

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-041253

(43) Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.Cl.

H04N 7/32

(21)Application number : 10-208387

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 23.07.1998

(72)Inventor : SATO KAZUFUMI

KOMORI KENJI

KANEKO TETSUO

MIHASHI SATOSHI

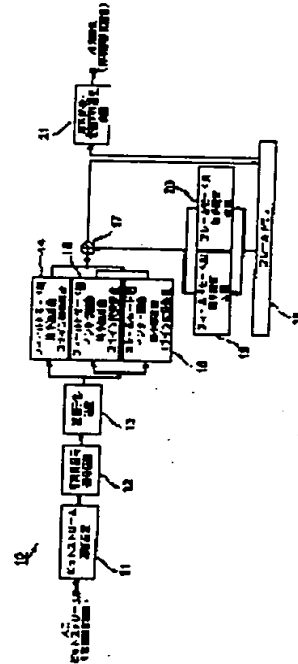
YANAGIHARA HISAFUMI

**(54) IMAGE DECODER AND IMAGE DECODING METHOD**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an MPEG down-decoder where deterioration in image quality due to an inter-image is eliminated.

**SOLUTION:** A reduced inverse discrete cosine transform device 14 executes  $4 \times 4$  reduction IDCT to MPEG data when a DCT mode is in a field mode. A reduced inverse discrete cosine transform device 15 executed IDCT to all coefficients of a DCT block when the DCT mode is in a frame mode and an image is an intra-image to separate the block into two pixel blocks corresponding to interlace scanning and executes DCT to the two separated pixel blocks respectively. A reduced inverse discrete cosine transform device 16 a executes  $4 \times 4$  reduction IDCT to MPEG data when the DCT mode is in a frame mode and an image is an inter-image.



**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-41253

(P2000-41253A)

(43) 公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51) IntCl.<sup>7</sup>

H04N 7/32

識別記号

F I

H04N 7/137

マーク(参考)

Z 5 C 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号

特願平10-208387

(22) 出願日

平成10年7月23日(1998.7.23)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 佐藤 数史

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 小森 健司

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

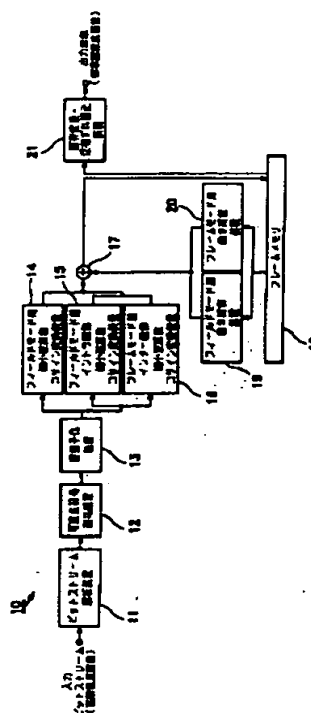
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像復号装置及び画像復号方法

(57) 【要約】

【課題】 インター画像に起因する画質の劣化を無くしたMPEGダウデコーダを提供する。

【解決手段】 縮小逆離散コサイン変換装置14は、DCTモードがフィールドモードの場合、 $4 \times 4$ の縮小IDCTを行う。縮小逆離散コサイン変換装置15は、DCTモードがフレームモードであってイントラ画像の場合、DCTブロックの全係数に対してIDCTをして飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれDCTをする。縮小逆離散コサイン変換装置16は、DCTモードがフレームモードであってインター画像の場合、 $4 \times 4$ の縮小IDCTをする。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測を行うことによる予測符号化、且つ、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換を行うことによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画像データを復号する画像復号装置において、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して逆直交変換を行う第1の逆直交変換手段と、

順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックであってフレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックに対して、逆直交変換を行う第2の逆直交変換手段と、

順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックであってフレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックに対して、逆直交変換を行う第3の逆直交変換手段と、

上記第1から第3の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算して、第2の解像度の動画像データを出力する加算手段と、

上記加算手段から出力される動画像データを参照画像データとして記憶する記憶手段と、

上記記憶手段が記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をする動き補償手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、

上記第2の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成して直交変換ブロックを生成し、

上記第3の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする画像復号装置。

【請求項2】 上記第3の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を線形補間をすることを特徴とする請求項1に記載の画像復号装置。

【請求項3】 上記第3の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換

をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロック毎に各画素を線形補間をすることを特徴とする請求項1に記載の画像復号装置。

【請求項4】 上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、

上記第2の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成し、

上記第3の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする請求項1に記載の画像復号装置。

【請求項5】 上記第3の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を線形補間をすることを特徴とする請求項4に記載の画像復号装置。

【請求項6】 上記第3の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックのうちトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をした線形補間をし、ボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をした線形補間をすることを特徴とする請求項4に記載の画像復号装置。

【請求項7】 所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測を行うことによる予測符号化、且つ、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換を行うことによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画像データを復号する画像復号装置において、フレーム内予測符号化がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して逆直交変換をして、第2の解像度の参照画像データを生成する第1の逆直交変換手段と、

フレーム間予測符号化がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換を行う第2の逆直交変換手段と、

上記第2の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた予測画像データとを加算して参照画像データを生成する加算手段と、

上記加算手段により生成された上記参照画像データを第2の解像度の動画画像データに縮小する縮小手段と、上記第1の逆直交変換手段及び縮小手段から出力される参照画像データを記憶する記憶手段と、

上記記憶手段が記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をして予測画像データを生成する動き補償手段とを備え、

上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、

上記第2の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする画像復号装置。

【請求項8】 上記第1の逆直交変換手段は、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成して直交変換ブロックを生成することを特徴とする請求項7に記載の画像復号装置。

【請求項9】 上記第1の逆直交変換手段は、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、フレーム直交変換モードにより直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成することを特徴とする請求項7に記載の画像復号装置。

【請求項10】 上記動き補償手段は、上記記憶手段が

記憶している第2の解像度の参照画像データを第1の解像度にアップサンプリングして、動き補償を行うことを特徴とする請求項7に記載の画像復号装置。

【請求項11】 所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測を行うことによる予測符号化、且つ、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換を行うことによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画画像データを復号する画像復号方法において、

飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して逆直交変換をし、

順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックであってフレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、

順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックであってフレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、

逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算し、

加算して得られた動画画像データを参照画像データとして記憶し、

記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をし、

フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、

フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成して直交変換ブロックを生成し、

フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの低周波成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする画像復号方法。

【請求項12】 フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を線形補間をすることを特徴とする請求項11に記載の画像復号方法。

【請求項13】 フレーム直交変換モードにより直交変

換がされ且つフレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロック毎に各画素を線形補間をすることを特徴とする請求項11に記載の画像復号方法。

【請求項14】 フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、

フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成し、

フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする請求項11に記載の画像復号方法。

【請求項15】 フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を線形補間をすることを特徴とする請求項14に記載の画像復号方法。

【請求項16】 フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックのうちトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をした線形補間をし、ボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をした線形補間をすることを特徴とする請求項14に記載の画像復号方法。

【請求項17】 所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測を行うことによる予測符号化、且つ、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換を行うことによる圧縮符号化をした第1の解像度

の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画データデータを復号する画像復号方法において、

フレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックに対して逆直交変換をして、第2の解像度の参照画像データを生成し、

フレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックに対して、逆直交変換し、

フレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックに対して逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた予測画像データとを加算して参照画像データを生成し、加算して生成された上記参照画像データを第2の解像度に縮小し、

第2の解像度の参照画像データを記憶し、

記憶している第2の解像度の参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をして第1の解像度の予測画像データを生成し、

フレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックの低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、

フレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする画像復号方法。

【請求項18】 フレーム内予測符号化がされ且つフレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成して直交変換ブロックを生成することを特徴とする請求項17に記載の画像復号方法。

【請求項19】 フレーム内予測符号化がされ且つフィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、フレーム内予測符号化がされ且つフレーム直交変換モードにより直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に

対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成することを特徴とする請求項17に記載の画像復号方法。

【請求項20】 記憶している第2の解像度の参照画像データを第1の解像度にアップサンプリングして、動き補償を行うことを特徴とする請求項17に記載の画像復号方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換することによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データを、復号する画像復号装置及び画像復号方法に関し、特に、第1の解像度の圧縮画像データを復号して、この第1の解像度よりも低い第2の解像度の動画データに縮小する画像復号装置及び画像復号方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】MPEG2（Moving Picture Experts Group phase2）等の画像圧縮方式を用いたデジタルテレビジョン放送の規格化が進められている。デジタルテレビジョン放送の規格には、標準解像度画像（例えば垂直方向の有効ライン数が576本）に対応した規格、高解像度画像（例えば垂直方向の有効ライン数が1152本）に対応した規格等がある。そのため、近年、高解像度画像の圧縮画像データを復号するとともにこの圧縮画像データを1/2の解像度に縮小することにより、標準解像度画像の画像データを生成して、この画像データを標準解像度に対応したテレビジョンモニタに表示するダウンデコーダが求められている。

【0003】高解像度画像に対して動き予測による予測符号化及び離散コサイン変換による圧縮符号化をしたMPEG2等のビットストリームを、復号するとともに標準解像度画像にダウンサンプリングするダウンデコーダが、文献「低域ドリフトのないスケーラブル・デコーダ」（岩橋・神林・貴家：信学技報 CS94-186, DSP94-108, 1995-01）に提案されている（以下、この文献を文献1と呼ぶ。）。この文献1には、以下の第1から第3のダウンデコーダが示されている。

【0004】第1のダウンデコーダは、図30に示すように、高解像度画像のビットストリームに対して8（水平方向のDC成分から数えた係数の数）×8（垂直方向のDC成分から数えた係数の数）の逆離散コサイン変換をする逆離散コサイン変換装置1001と、離散コサイン変換がされた高解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1002と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1003と、フレームメモリ1003が記憶した参照画像に1/2画素精度で動き補償をする動き補償装置1004と、フレームメモリ1003

が記憶した参照画像を標準解像度の画像に変換するダウンサンプリング装置1005とを備えている。

【0005】この第1のダウンデコーダでは、逆離散コサイン変換を行い高解像度画像として復号した出力画像を、ダウンサンプリング装置1005で縮小して標準解像度の画像データを出力する。

【0006】第2のダウンデコーダは、図31に示すように、高解像度画像のビットストリームのDCT（Discrete Cosine Transform）ブロックの高周波成分の係数を0に置き換えて8×8の逆離散コサイン変換をする逆離散コサイン変換装置1011と、離散コサイン変換がされた高解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1012と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1013と、フレームメモリ1013が記憶した参照画像に1/2画素精度で動き補償をする動き補償装置1014と、フレームメモリ1013が記憶した参照画像を標準解像度の画像に変換するダウンサンプリング装置1015とを備えている。

【0007】この第2のダウンデコーダでは、DCTブロックの全ての係数のうち高周波成分の係数を0に置き換えて逆離散コサイン変換を行い高解像度画像として復号した出力画像を、ダウンサンプリング装置1005で縮小して標準解像度の画像データを出力する。

【0008】第3のダウンデコーダは、図32に示すように、高解像度画像のビットストリームのDCTブロックの低周波成分の係数のみを用いて例えば4×4の逆離散コサイン変換をして標準解像度画像に復号する縮小逆離散コサイン変換装置1021と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1022と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1023と、フレームメモリ1023が記憶した参照画像に1/4画素精度で動き補償をする動き補償装置1024とを備えている。

【0009】この第3のダウンデコーダでは、DCTブロックの全ての係数のうち低周波成分の係数のみを用いて逆離散コサイン変換を行い、高解像度画像から標準解像度画像として復号する。

【0010】ここで、上記第1のダウンデコーダでは、DCTブロック内の全ての係数に対して逆離散コサイン変換を行い高解像度画像を復号しているため、高い演算処理能力の逆離散コサイン変換装置1001と高容量のフレームメモリ1003とが必要となる。また、上記第2のダウンデコーダでは、DCTブロック内の係数のうち高周波成分を0として離散コサイン変換を行い高解像度画像を復号しているため、逆離散コサイン変換装置1011の演算処理能力は低くて良いが、やはり高容量のフレームメモリ1013が必要となる。これら第1及び第2のダウンデコーダに対し、第3のダウンデコーダでは、DCTブロック内の全ての係数うち低周波成分の係数のみを用いて逆離散コサイン変換をしているため逆離

散コサイン変換装置1021の演算処理能力が低くてよく、さらに、標準解像度画像の参照画像を復号しているのでフレームメモリ1023の容量も少なくすることができる。

【0011】ところで、テレビジョン放送等の動画像の表示方式には、順次走査方式と飛び越し走査方式とがある。順次走査方式は、フレーム内の全ての画素を同じタイミングでサンプリングした画像を、順次表示する表示方式である。飛び越し走査方式は、フレーム内の画素を水平方向の1ライン毎に異なるタイミングでサンプリングした画像を、交互に表示する表示方式である。

【0012】この飛び越し走査方式では、フレーム内の画素を1ライン毎に異なるタイミングでサンプリングした画像のうち的一方を、トップフィールド（第1フィールドともいう。）といい、他方をボトムフィールド（第2のフィールドともいう。）という。フレームの水平方向の先頭ラインが含まれる画像がトップフィールドとなり、フレームの水平方向の2番目のラインが含まれる画像がボトムフィールドとなる。従って、飛び越し走査方式では、1つのフレームが2つのフィールドから構成されることとなる。

【0013】MPEG2では、飛び越し走査方式に対応した動画像信号を効率良く圧縮するため、画面の圧縮単位であるピクチャにフレームを割り当てて符号化するだけでなく、ピクチャにフィールドを割り当てて符号化することもできる。

【0014】MPEG2では、ピクチャにフィールドが割り当てられた場合には、そのビットストリームの構造をフィールド構造と呼び、ピクチャにフレームが割り当てられた場合には、そのビットストリームの構造をフレーム構造と呼ぶ。また、フィールド構造では、フィールド内の画素からDCTブロックが形成され、フィールド単位で離散コサイン変換がされる。このフィールド単位で離散コサイン変換を行う処理モードのことをフィールドDCTモードと呼ぶ。また、フレーム構造では、フレーム内の画素からDCTブロックが形成され、フレーム単位で離散コサイン変換がされる。このフレーム単位で離散コサイン変換を行う処理モードのことをフレームDCTモードと呼ぶ。さらに、フィールド構造では、フィールド内の画素からマクロブロックが形成され、フィールド単位で動き予測がされる。このフィールド単位で動き予測を行う処理モードのことをフィールド動き予測モードと呼ぶ。また、フレーム構造では、フレーム内の画素からマクロブロックが形成され、フレーム単位で動き予測がされる。フレーム単位で動き予測を行う処理モードのことをフレーム動き予測モードと呼ぶ。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記文献1に示された第3のダウンデコーダを利用して、飛び越し走査方式に対応した圧縮画像データを復号する画像復号

装置が、例えば文献「A Compensation Method of Drift Errors in Scalability」(N. OBIKANE, K. TAHARA and J. YONEMITSU, HDTV Work Shop '93)に提案されている（以下、この文献を文献2と呼ぶ）。

【0016】この文献2に示された従来の画像復号装置は、図33に示すように、高解像度画像をMPEG2で圧縮したビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置1031と、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てて可変長符号化がされたビットストリームを復号する可変長符号復号装置1032と、DCTブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置1033と、DCTブロックの全ての係数のうち低周波成分の係数のみを用いて例えば4×4の逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を復号する縮小逆離散コサイン変換装置1034と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1035と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1036と、フレームメモリ1036が記憶した参照画像に1/4画素精度で動き補償をする動き補償装置1037とを備えている。

【0017】この文献2に示された従来の画像復号装置の縮小逆離散コサイン変換装置1034は、DCTブロック内の全ての係数のうち低周波成分の係数のみを用いて逆離散コサイン変換をするが、フレームDCTモードとフィールドDCTモードとで、逆離散コサイン変換を行う係数の位置が異なっている。

【0018】具体的には、縮小逆離散コサイン変換装置1034は、フィールドDCTモードの場合には、図34に示すように、DCTブロック内の8×8個のうち、低域の4×4個の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。それに対し、縮小逆離散コサイン変換装置1034は、フレームDCTモードの場合には、図35に示すように、DCTブロック内の8×8個の係数のうち、4×2個+4×2個の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。

【0019】また、この文献2に示された従来の画像復号装置の動き補償装置1037は、高解像度画像に対して行われた動き予測の情報（動きベクトル）に基づき、フィールド動き予測モード及びフレーム動き予測モードのそれぞれに対応した1/4画素精度の動き補償を行う。すなわち、通常MPEG2では1/2画素精度で動き補償が行われることが定められているが、高解像度画像から標準解像度画像を復号する場合には、ピクチャ内の画素数が1/2に間引かれるため、動き補償装置1037では動き補償の画素精度を1/4画素精度として動き補償を行っている。

【0020】従って、動き補償装置1037では、高解像度画像に対応した動き補償を行うため、標準解像度の画像としてフレームメモリ1036に格納された参照画



像の画素に対して線形補間して、 $1/4$ 画素精度の画素を生成している。

【0021】具体的に、フィールド動き予測モード及びフレーム動き予測モードの場合の垂直方向の画素の線形補間処理を、図36及び図37を用いて説明する。なお、図面中には、縦方向に垂直方向の画素の位相を示し、表示画像の各画素が位置する位相を整数で示している。

【0022】まず、フィールド動き予測モードで動き予測がされた画像の補間処理について、図36を用いて説明する。高解像度画像（上位レイヤー）に対しては、図36（a）に示すように、各フィールドそれぞれ独立に、 $1/2$ 画素精度で動き補償がされる。これに対し、標準解像度画像（下位レイヤー）に対しては、図36（b）に示すように、整数精度の画素に基づきフィールド内で線形補間をして、垂直方向に $1/4$ 画素、 $1/2$ 画素、 $3/4$ 画素分の位相がずれた画素を生成し、動き補償がされる。すなわち、標準解像度画像（下位レイヤー）では、トップフィールドの整数精度の各画素に基づきトップフィールドの $1/4$ 画素精度の各画素が線形補間により生成され、ボトムフィールドの整数精度の各画素に基づきボトムフィールドの $1/4$ 画素精度の各画素が線形補間により生成される。例えば、垂直方向の位相が0の位置にあるトップフィールドの画素の値をa、垂直方向の位相が1の位置にあるトップフィールドの画素の値をbとする。この場合、垂直方向の位相が $1/4$ の位置にあるトップフィールドの画素は $(3a + b)/4$ となり、垂直方向の位相が $1/2$ の位置にあるトップフィールドの画素は $(a + b)/2$ となり、垂直方向の位相が $3/4$ の位置にあるトップフィールドの画素は $(a + 3b)/4$ となる。

【0023】続いて、フレーム動き予測モードで動き予測がされた画像の補間処理について、図37を用いて説明する。高解像度画像（上位レイヤー）に対しては、図37（a）に示すように、各フィールド間で補間処理がされ、すなわち、ボトムフィールドとトップフィールドとの間で補間処理がされ、 $1/2$ 画素精度で動き補償がされる。標準解像度画像（下位レイヤー）に対しては、図37（b）に示すように、トップフィールド及びボトムフィールドの2つのフィールドの整数精度の各画素に基づき、垂直方向に $1/4$ 画素、 $1/2$ 画素、 $3/4$ 画素分の位相がずれた画素が線形補間により生成され、動き補償がされる。例えば、垂直方向の位相が-1の位置にあるボトムフィールドの画素の値をa、垂直方向の位相が0の位置にあるトップフィールドの画素の値をb、垂直方向の位相が1の位置にあるボトムフィールドの画素の値をc、垂直方向の位相が2の位置にあるトップフィールドの画素の値をd、垂直方向の位相が3の位置にあるボトムフィールドの画素の値をeとする。この場合、垂直方向の位相が0～2の間にある $1/4$ 画素精度

の各画素は、以下のように求められる。

【0024】垂直方向の位相が $1/4$ の位置にある画素は $(a + 4b + 3c)/8$ となる。垂直方向の位相が $1/2$ の位置にある画素は $(a + 3c)/4$ となる。垂直方向の位相が $3/4$ の位置にある画素は $(a + 2b + 3c + 2d)/8$ となる。垂直方向の位相が $5/4$ の位置にある画素は $(2b + 3c + 2d + e)/8$ となる。垂直方向の位相が $3/2$ の位置にある画素は $(3c + e)/4$ となる。垂直方向の位相が $7/4$ の位置にある画素は $(3c + 4d + e)/8$ となる。

【0025】以上のように上記文献2に示された従来の画像復号装置は、飛び越し走査方式に対応した高解像度画像の圧縮画像データを、標準解像度画像データに復号することができる。

【0026】しかしながら、上記文献2に示された従来の画像復号装置では、フィールドDCTモードで得られる標準解像度画像の各画素と、フレームDCTモードで得られる標準解像度の各画素との位相がずれる。具体的には、フィールドDCTモードでは、図38に示すように、下位レイヤーのトップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2$ ・・・となり、下位レイヤーのボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる。それに対して、フレームDCTモードでは、図39に示すように、下位レイヤーのトップフィールドの各画素の垂直方向の位相が0、2・・・となり、下位レイヤーのボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる。そのため、位相が異なる画像がフレームメモリ1036に混在し、出力する画像の画質が劣化する。

【0027】また、上記文献2に示された従来の画像復号装置では、フィールド動き予測モードとフレーム動き予測モードとで位相ずれの補正がされていない。そのため、出力する画像の画質が劣化する。

【0028】本発明は、このような実情を鑑みてなされたものであり、フィールド動き予測モードとフレーム動き予測モードとによる動き補償の際の画素の位相ずれをなくし、フレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックを逆直交変換する際に生じる画質の劣化を低減することが可能な、高解像度画像の圧縮画像データから標準解像度の画像データを復号する画像復号装置及び画像復号方法を提供することを目的とする。

【0029】

【課題を解決するための手段】本発明に係る画像復号装置は、所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測を行うことによる予測符号化、且つ、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換を行うことによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを復号する画像復号装置であって、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モー

ド)により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して逆直交変換を行う第1の逆直交変換手段と、順次走査に対応した直交変換方式(フレーム直交変換モード)により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックであってフレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックに対して、逆直交変換を行う第2の逆直交変換手段と、順次走査に対応した直交変換方式(フレーム直交変換モード)により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックであってフレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックに対し、逆直交変換を行う第3の逆直交変換手段と、上記第1から第3の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算して、第2の解像度の動画データを出力する加算手段と、上記加算手段から出力される動画データを参照画像データとして記憶する記憶手段と、上記記憶手段が記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をする動き補償手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、上記第2の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成して直交変換ブロックを生成し、上記第3の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする。

【0030】この画像復号装置では、フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をして飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をして低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成する。また、この画像復号装置では、フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム内予測符号化がされた上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする。そして、この画像復号装置では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを出力する。

【0031】本発明に係る画像復号装置は、所定の画素ブロック(マクロブロック)単位で動き予測を行うことによる予測符号化、且つ、所定の画素ブロック(直交変換ブロック)単位で直交変換を行うことによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを復号す

る画像復号装置であって、フレーム内予測符号化がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して逆直交変換をして、第2の解像度の参照画像データを生成する第1の逆直交変換手段と、フレーム内予測符号化がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換を行う第2の逆直交変換手段と、上記第2の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた予測画像データとを加算して参照画像データを生成する加算手段と、上記加算手段により生成された上記参照画像データを第2の解像度の動画データに縮小する縮小手段と、上記第1の逆直交変換手段及び縮小手段から出力される参照画像データを記憶する記憶手段と、上記記憶手段が記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をして予測画像データを生成する動き補償手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数の低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、上記第2の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする。

【0032】この画像復号装置では、フレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックの低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、フレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をする。そして、この画像復号装置では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを出力する。

【0033】本発明に係る画像復号方法は、所定の画素ブロック(マクロブロック)単位で動き予測を行うことによる予測符号化、且つ、所定の画素ブロック(直交変換ブロック)単位で直交変換を行うことによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを復号する画像復号方法であって、飛び越し走査に対応した直交変換方式(フィールド直交変換モード)により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して逆直交変換をし、順次走査に対応した直交変換方式(フレーム直交変換モード)により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックであってフレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、順次走査に対応した直交変換方式(フレーム直交変換モード)により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックであってフレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算し、加算して得られた動画データを参照画像データとして記憶し、記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をし、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム内予測符号化がされた直交変

換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成して直交変換ブロックを生成し、フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする。

【0034】この画像復号方法では、フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をして飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をして低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成する。また、この画像復号方法では、フレーム直交変換モードにおいて直交変換がされ且つフレーム間予測符号化がされた上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする。そして、この画像復号方法では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを入力する。

【0035】本発明に係る画像復号方法は、所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測を行うことによる予測符号化、且つ、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換を行うことによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを復号する画像復号方法であって、フレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックに対して逆直交変換をして、第2の解像度の参照画像データを生成し、フレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックに対して、逆直交変換し、フレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックに対して逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた予測画像データとを加算して参照画像データを生成し、加算して生成された上記参照画像データを第2の解像度に縮小し、第2の解像度の参照画像データを記憶し、記憶している第2の解像度の参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をして第1の解像度の予測画像データを生成し、フレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、フレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする。

【0036】この画像復号方法では、フレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックの低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、フレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変

換をする。そして、この画像復号方法では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを入力する。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態として、本発明を適用した画像復号装置について、図面を参照しながら説明する。

【0038】（第1の実施の形態）まず、本発明の第1の実施の形態の画像復号装置について説明する。

【0039】図1に示すように、本発明の第1の実施の形態の画像復号装置10は、垂直方向の有効ライン数が例えば1152本の高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームが入力され、この入力されたビットストリームを復号するとともに1/2の解像度に縮小して、垂直方向の有効ライン数が例えば576本の標準解像度画像を出力する装置である。

【0040】なお、以下、本発明の実施の形態の説明をするにあたり、高解像度画像のことを上位レイヤーとも呼び、標準解像度画像のことを下位レイヤーとも呼ぶものとする。また、通常、8×8の離散コサイン係数を有するDCTブロックを逆離散コサイン変換した場合8×8の画素から構成される復号データを得ることができるが、例えば、8×8の離散コサイン係数を復号して4×4の画素から構成される復号データを得るような、逆離散コサイン変換をするとともに解像度を縮小する処理を、縮小逆離散コサイン変換という。

【0041】この画像復号装置10は、圧縮された高解像度画像のビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置11と、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号化がされた上記ビットストリームを復号する可変長符号復号装置12と、DCTブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置13と、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14と、マクロブロックがイントラマクロブロックであってフレームDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15と、マクロブロックがインターマクロブロックであってフレームDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置16と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置17と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ18と、フレームメモリ18が記憶した参照画像にフィールド動き予測モードに対応した動き補償をするフィールドモード用動き補償装置19と、フレームメモリ18が

記憶した参照画像にフレーム動き予測モードに対応した動き補償をするフレームモード用動き補償装置20と、フレームメモリ18が記憶した画像に対してポストフィルタリングをすることにより、画枠変換をするとともに画素の位相ずれを補正してテレビジョンモニタ等に表示するための標準解像度の画像データを出力する画枠変換・位相ずれ補正装置21とを備えている。

【0042】フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フィールドDCTモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14は、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDCTブロックに対して、図34で示したような、低域の4×4の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。すなわち、水平方向及び垂直方向の低域の4点の離散コサイン係数に基づき縮小逆離散コサイン変換を行う。このフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14では、以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、1つのDCTブロックが4×4の画素から構成される標準解像度画像を復号することができる。この復号された画像データの各画素の位相は、図2に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/2、5/2・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる。すなわち、復号された下位レイヤーのトップフィールドでは、先頭画素（位相が1/2の画素）の位相が上位レイヤーのトップフィールドの先頭から1番目と2番目の画素（位相が0と2の画素）の中間位相となり、先頭から2番目の画素（位相が5/2の画素）の位相が上位レイヤーのトップフィールドの先頭から3番目と4番目の画素（位相が4と6の画素）の中間位相となる。また、復号された下位レイヤーのボトムフィールドでは、先頭画素（位相が1の画素）の位相が上位レイヤーのボトムフィールドの先頭から1番目と2番目の画素（位相が1と3の画素）の中間位相となり、先頭から2番目の画素（位相が3の画素）の位相が上位レイヤーのボトムフィールドの先頭から3番目と4番目の画素（位相が5と7の画素）の中間位相となる。

【0043】フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フレームDCTモードで離散コサイン変換されている場合であって、且つ、フレーム内予測符号化で圧縮されたイントラ画像である場合に用いられる。フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15は、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDCTブロックに対して、縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15では、1つのDCTブロッ

クが4×4の画素から構成される解像度画像を復号するとともに、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15で復号された画像データの各画素の位相は、図2に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/2、5/2・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる。

【0044】なお、このフレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15の処理については、その詳細を後述する。

【0045】フレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置16は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フレームDCTモードで離散コサイン変換されている場合であって、且つ、フレーム間予測符号化で圧縮されたインター画像である場合に用いられる。フレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置16は、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDCTブロックに対して、縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、フレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置15では、1つのDCTブロックが4×4の画素から構成される解像度画像を復号するとともに、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、フレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置15で復号された画像データの各画素の位相は、図2に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/2、5/2・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる。

【0046】なお、このフレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置16の処理については、その詳細を後述する。

【0047】加算装置17は、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14、フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15により縮小逆離散コサイン変換されたマクロブロックがイントラ画像の場合には、そのイントラ画像をそのままフレームメモリ18に格納する。また、加算装置17は、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14又はフレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置16により縮小逆離散コサイン変換されたマクロブロックがインター画像である場合には、そのインター画像に、フィールドモード用動き補償装置19或いはフレームモード用動き補償装置20により動き補償がされた参照画像を合成して、フレームメモリ18に格納する。

【0048】フィールドモード用動き補償装置19は、マクロブロックの動き予測モードがフィールド動き予測

モードの場合に用いられる。フィールドモード用動き補償装置19は、フレームメモリ18に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を考慮した形で1/4画素精度で補間処理を行い、フィールド動き予測モードに対応した動き補償をする。このフィールドモード用動き補償装置19により動き補償がされた参照画像は、加算装置17に供給され、インター画像に合成される。

【0049】フレームモード用動き補償装置20は、マクロブロックの動き予測モードがフレーム動き予測モードの場合に用いられる。フレームモード用動き補償装置20は、フレームメモリ18に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を考慮した形で1/4画素精度で補間処理を行い、フレーム動き予測モードに対応した動き補償をする。このフレームモード用動き補償装置20により動き補償がされた参照画像は、加算装置17に供給され、インター画像に合成される。

【0050】画枠変換・位相ずれ補正装置21は、フレームメモリ18が記憶した標準解像度の参照画像或いは加算装置17が合成した画像が供給され、この画像をポストフィルタリングにより、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を補正するとともに画枠を標準解像度のテレビジョンの規格に合致するように変換する。すなわち、画枠変換・位相ずれ補正装置21は、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/2、5/2・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる標準解像度画像を、例えば、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が0、2、4・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3、5・・・となるように補正する。また、画枠変換・位相ずれ補正装置21は、高解像度のテレビジョン規格の画枠を、1/4に縮小して標準解像度のテレビジョン規格の画枠に変換する。

【0051】本発明の第1の実施の形態の画像復号装置10では、以上のような構成を有することにより、高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームを、復号するとともに解像度を1/2に縮小して、標準解像度画像を出力することができる。

【0052】つぎに、上記フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15の処理内容について、さらに詳細に説明する。

【0053】なお、このフレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15では、以下に説明する1ブロック処理及び2ブロック処理のいずれか或いは両者の処理を行うことができる。フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15は、必要に応じて、1ブロック処理又は2ブロック処理を切り換えて用いても良いし、或いは、いずれか一方の処理のみを行っ

ても良い。

【0054】まず、1ブロック処理について説明する。図3に、1ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

【0055】フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15には、図3に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、1つのDCTブロック単位で入力される。

【0056】まず、ステップS1において、この1つのDCTブロックの離散コサイン係数 $y$ （DCTブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数を $y_1 \sim y_8$ として図中に示す。）に対して、 $8 \times 8$ の逆離散コサイン変換（IDCT $8 \times 8$ ）を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、 $8 \times 8$ の復号された画素データ $x$ （DCTブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x_1 \sim x_8$ として図中に示す。）を得ることができる。

【0057】続いて、ステップS2において、この $8 \times 8$ の画素データ $x$ を、垂直方向に1ライン毎交互に取り出して、飛び越し走査に対応した $4 \times 4$ のトップフィールドの画素ブロックと、飛び越し走査に対応した $4 \times 4$ のボトムフィールドの画素ブロックの2つの画素ブロックに分離する。すなわち、垂直方向に1ライン目の画素データ $x_1$ と、3ライン目の画素データ $x_3$ と、5ライン目の画素データ $x_5$ と、7ライン目の画素データ $x_7$ とを取り出して、トップフィールドに対応した画素ブロックを生成する。また、垂直方向に2ライン目の画素データ $x_2$ と、4ライン目の画素データ $x_4$ と、6ライン目の画素データ $x_6$ と、8ライン目の画素データ $x_8$ とを取り出して、ボトムフィールドに対応した画素ブロックを生成する。なお、DCTブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離する処理を、以下フィールド分離という。

【0058】続いて、ステップS3において、フィールド分離した2つの画素ブロックそれぞれに対して $4 \times 4$ の離散コサイン変換（DCT $4 \times 4$ ）をする。

【0059】続いて、ステップS4において、 $4 \times 4$ の離散コサイン変換をして得られたトップフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 $z$ （トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数を $z_1, z_3, z_5, z_7$ として図中に示す。）の高域成分を間引き、 $2 \times 2$ の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。また、 $4 \times 4$ の離散コサイン変換をして得られたボトムフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 $z$ （ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数を $z_2, z_4, z_6, z_8$ として図中に示す。）の高域成分を間引き、 $2 \times 2$ の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。

【0060】続いて、ステップS5において、高域成分

の離散コサイン係数を間引いた画素ブロックに対して、 $2 \times 2$ の逆離散コサイン変換 (IDCT  $2 \times 2$ ) を行う。 $2 \times 2$ の逆離散コサイン変換をすることにより、 $2 \times 2$ の復号された画素データ  $x'$  (トップフィールドの画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを  $x'_1, x'_3$  として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを  $x'_2, x'_4$  として図中に示す。) を得ることができる。

【0061】続いて、ステップS6において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データと、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの画素データとを、垂直方向に1ラインずつ交互に合成して、 $4 \times 4$ の画素データから構成される縮小逆離散コサイン変換をしたDCTブロックを生成する。なお、トップフィールドとボトムフィールドに対応した2つの画素ブロックの各画素を垂直方向に交互に合成する処理を、以下フレーム合成という。

【0062】以上のステップS1～ステップS6で示し

$$[FS'] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} A & B & D-E & F & G & H & I \\ A-C-D & E-F-G-H-J \\ A & C-D-E-F & G-H & J \\ A-B & D & E & F-G & H-I \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

【0065】但し、この式(1)において、A～Jは以下の通りである。

【0066】

【数2】

た1ブロック処理を行うことにより、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、図2で示したような、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画素から構成される $4 \times 4$ のDCTブロックを生成することができる。

【0063】また、フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上のステップS1からステップS6までの1ブロック処理を1つの行列を用いて演算する。具体的には、フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上の処理を加法定理を用いて展開計算することにより得られる以下の式1に示す行列  $[FS']$  と、1つのDCTブロックの離散コサイン係数  $y$  ( $y_1 \sim y_8$ ) とを行列演算することにより、縮小逆離散コサイン変換したDCTブロックの画素データ  $x'$  ( $x'_1 \sim x'_4$ ) を得ることができる。

【0064】

【数1】

$$A = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad D = \frac{1}{4} \quad H = \frac{1}{4} + \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

$$B = \frac{\cos \frac{\pi}{16} + \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$E = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$I = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$F = \frac{\cos \frac{\pi}{8} - \cos \frac{3\pi}{8}}{4}$$

$$C = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$G = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$J = \frac{\cos \frac{\pi}{16} + 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

【0067】つぎに、2ブロック処理について説明する。図4に、2ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

【0068】フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15には、図4に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、2つのDCTブロック単位で入力される。例えば、マクロブロックが4つの輝度成分のDCTブロックと2つの色差成分のDCTブロックとから構成されるいわゆる420フォーマットからなる場合には、垂直方向に隣接した2つの輝度成分(Y)のDCTブロックが入力される。マクロブロックが図5に示すように構成されている場合には、輝度成分(Y)のDCTブロック0とDCTブロック2とが対となって入力され、また、DCTブロック1とDCTブロック3とが対となって入力される。

【0069】まず、ステップS11において、2つのDCTブロックの離散コサイン係数y(時間的に前のDCTブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数をy<sub>1</sub>~y<sub>8</sub>として図中に示し、時間的に後のDCTブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数をy<sub>9</sub>~y<sub>16</sub>として図中に示す。)に対して、それぞれ独立に8×8の逆離散コサイン変換(IDCT8×

8)を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、8×8の復号された画素データx(時間的に前のDCTブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データをx<sub>1</sub>~x<sub>8</sub>として図中に示し、時間的に後のDCTブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データをx<sub>9</sub>~x<sub>16</sub>として図中に示す。)を得ることができる。

【0070】続いて、ステップS12において、2つのDCTブロックの8×8の画素データxを、垂直方向に1ライン毎交互に取り出して、飛び越し走査に対応したトップフィールドの8×8の画素ブロックと、飛び越し走査に対応したボトムフィールドの8×8の画素ブロックの2つの画素ブロックにフィールド分離する。すなわち、時間的に前のDCTブロックから、垂直方向に1ライン目の画素データx<sub>1</sub>と、3ライン目の画素データx<sub>3</sub>と、5ライン目の画素データx<sub>5</sub>と、7ライン目の画素データx<sub>7</sub>とを取り出し、時間的に後のDCTブロックから、垂直方向に1ライン目の画素データx<sub>9</sub>と、3ライン目の画素データx<sub>11</sub>と、5ライン目の画素データx<sub>13</sub>と、7ライン目の画素データx<sub>15</sub>とを取り出して、トップフィールドに対応した8×8の画素ブロックを生成する。また、時間的に前のDCTブロックから、垂直方向に2ライン目の画素データx<sub>2</sub>と、4ライン目の画素データx<sub>4</sub>と、6ライン目の画素データx<sub>6</sub>と、8ライン目の画素データx<sub>8</sub>とを取り出し、時間的に後のDCTブロックから、垂直方向に2ライン目の画素データx<sub>10</sub>と、4ライン目の画素データx<sub>12</sub>と、6ライン目の画素データx<sub>14</sub>と、8ライン目の画素データx<sub>16</sub>とを取り出して、ボトムフィールドに対応した画素ブロックを生成する。

【0071】続いて、ステップS13において、フィールド分離した2つの8×8の画素ブロックそれぞれに対して8×8の離散コサイン変換(DCT8×8)をする。

【0072】続いて、ステップS14において、8×8の離散コサイン変換をして得られたトップフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数z(トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数をz<sub>1</sub>, z<sub>3</sub>, z<sub>5</sub>, z<sub>7</sub>, z<sub>9</sub>, z<sub>11</sub>, z<sub>13</sub>, z<sub>15</sub>として図中に示す。)の高域成分を間引いて、4×4の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。また、8×8の離散コサイン変換をして得られたボトムフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数z(ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数をz<sub>2</sub>, z<sub>4</sub>, z<sub>6</sub>, z<sub>8</sub>, z<sub>10</sub>, z<sub>12</sub>, z<sub>14</sub>, z<sub>16</sub>として図中に示す。)の高域成分を間引き、4×4の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。

【0073】続いて、ステップS15において、高域成分の離散コサイン係数を間引いた4×4の画素ブロックそれぞれに対して、4×4の逆離散コサイン変換(ID

CT4×4)を行う。4×4の逆離散コサイン変換をすることにより、4×4の復号された画素データx' (トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データをx' 1, x' 3, x' 5, x' 7として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データをx' 2, x' 4, x' 6, x' 8として図中に示す。)を得ることができる。

【0074】続いて、ステップS16において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データと、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの画素データとを、垂直方向に1ラインずつ交互にフレーム合成して、8×8の画素データから構成される縮小逆離散コサイン変換をしたDCTブロックを生成する。

【0075】以上のステップS11～ステップS16で示した2ブロック処理を行うことにより、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、図2で示した

$$[FS''] = \frac{1}{8\sqrt{2}} [A \ B \ C \ D] \dots (2)$$

【0078】但し、この式(2)において、A～Dは、以下の通りである。

A

4a+3d-e+f+g	1+a+2b-c+d+e+3f-g	1+d+e-f+g	-2a+2b+c-d+e+f+g
4a+3d-e+f+g	2-a+b-d+3e+f+g	-1-d+e-f+g	-b+d-e-f-g
4a+d+e+f+g	-a-b+d-3e-f-g	-1-d-3e+f+g	-b+2c-d+e+f+g
4a+d+e+f+g	-1-a-3c-d-e-3f+g	1+d-e-f-3g	-2a+2b+c+d-e-f-g
4a-d-e-f-g	a+b+d-3e-f-g	-1+d+3e-f-g	b-2c-d+e+f+g
4a-d-e-f-g	1+a+3c-d-e-3f+g	1-d+e+f+3g	2a-2b-c+d-e-f-g
4a-3d+e-f-g	-1-a-2b+c+d+e+3f-g	1-d-e+f-g	2a-2b-c-d+e+f+g
4a-3d+e-f-g	-2+a-b-d+3e+f+g	-1+d-e+f-g	b+d-e-f-g

【0080】

B

2b-2c-d+e+f+3g	-1+2a+b+d-e+f+g	1+2a+d+e+f-g	1+a+b-2c+d-e+3f+g
-2b+2c+d-e-f-3g	-1-2a+3c-d+e-f-g	-1-2a-d-e-f-g	-a-2b-c-d-3e+f-g
-2b+2c-d+e-f+g	-1-2a+2b-c+d-e+f+g	-1-2a+d-e-3f+g	2-a+2b+c+d+3e-f+g
2b-2c+d-e+f-g	1-2a+b-d+e-f-g	1+2a+3d-e+f+g	-1-a-b-d+e-3f-g
-2b+2c+d-e+f-g	1+2a-2b+c+d-e+f+g	-1-2a-d+e+3f-g	-2+a-2b-c+d+3e-f+g
2b-2c-d+e-f+g	-1+2a-b-d+e-f-g	1+2a-3d+e-f-g	1+a+b-d+e-3f-g
2b-2c+d-e-f-3g	1-2a-b+d-e+f+g	1+2a-d-e-f+g	-1-a-b+2c+d-e+3f+g
-2b+2c-d+e+f+3g	1+2a-3c-d+e-f-g	-1-2a+d+e+f+g	a+2b+c-d-3e+f-g

【0081】

ような、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画素から構成されるDCTブロックを生成することができる。

【0076】また、フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上のステップS11～ステップS16までの2ブロック処理を1つの行列を用いて演算する。具体的には、フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上の処理を加法定理を用いて展開計算することにより得られる以下の式(2)に示す行列[FS']と、2つのDCTブロックの離散コサイン係数y (y1～y16)とを行列演算して、縮小逆離散コサイン変換したDCTブロックの画素データx' (x' 1～x' 8)を得ることができる。

【0077】

【数3】

【0079】

【数4】

【数5】

【数6】



C

$$\begin{array}{cccc}
 4a-3d+e-f-g & 2-a+b+d-3e-f-g & -1+d-e+f-g & -b-d+e+f+g \\
 4a-3d+e-f-g & 1+a+2b-c-d-e-3f+g & -1-2a+d+e+f+g & -2a+2b+c+d-e-f-g \\
 4a-d+e-f-g & -1-a-3c+d+e+3f-g & 1-d+e+f+3g & -2a+2b+c-d+e+f+g \\
 4a-d+e-f-g & -a-b-d+3e+f+g & -1+d-3e-f-g & -b+2c+d-e-f-g \\
 4a+d+e+f+g & 1+a+3e+d+e+3f-g & +d-e-f-3g & 2a-2b-c-d+e+f+g \\
 4a+d+e+f+g & a+b-d+3e+f+g & -1-d-3e+f+g & b-2c+d-e-f-g \\
 4a+3d-e+f+g & -2+a-b+d-3e-f-g & -1-d+e-f+g & b-d+e+f+g \\
 4a+3d-e+f+g & -1-a-2b+c-d-e-3f+g & 1+d+e-f+g & 2a-2b-c+d-e-f-g
 \end{array}$$

【0082】

D

【数7】

$$\begin{array}{cccc}
 -2b+2c-d+e+f+3g & -1-2a+3c+d-e+f+g & -1-2a+d+e+f+g & -a-2b-c+d+3e-f+g \\
 2b-2c+d-e-f-3g & -1+2a+b-d+e-f-g & 1+2a-d-e-f+g & 1+a+b-2c-d+e-3f-g \\
 2b-2c-d+e-f+g & 1-2a+b+d-e+f+g & 1+2a-3d+e-f-g & -1-a-b+d-e+3f+g \\
 -2b+2c+d-e+f-g & -1-2a+2b-c-d+e-f-g & -1-2a-d+e+3f-g & 2-a+2b+c-d-3e+f-g \\
 2b-2c+d-e+f-g & -1+2a-b+d-e+f+g & 1+2a+3d-e+f+g & 1+a+b+d-e+3f+g \\
 -2b+2c-d+e-f+g & 1+2a-2b+c-d+e-f-g & -1-2a+d-e-3f+g & -2+a-2b-c-d-3e+f-g \\
 -2b+2c+d-e-f-3g & 1+2a-3c+d-e+f+g & -1-2a-d-e-f-g & a+2b+c+d+3e-f+g \\
 2b-2c-d+e+f+3g & 1-2a-b-d+e-f-g & 1+2a+d+e+f-g & -1-a-b+2c-d+e-3f-g
 \end{array}$$

【0083】また、この式(2)において、 $a \sim g$ は、以下の通りである。

【0084】

【数8】

$$a = \cos \frac{\pi}{4}$$

$$b = \cos \frac{\pi}{8}$$

$$c = \cos \frac{3\pi}{8}$$

$$d = \cos \frac{\pi}{16}$$

$$e = \cos \frac{3\pi}{16}$$

$$f = \cos \frac{5\pi}{16}$$

$$g = \cos \frac{7\pi}{16}$$

【0085】なお、上記フレームモード用イントラ画像

縮小逆離散コサイン変換装置15では、図5で示したいわゆる420フォーマットのマクロブロックが入力された場合には、輝度成分に対しては上記ステップS11～ステップS16に示した2ブロック処理を行って縮小逆離散コサイン変換を行い、色差成分に対しては、上記ステップS1～ステップS6に示した1ブロック処理を行って縮小逆離散コサイン変換を行っても良い。

【0086】つぎに、上記フレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置16の処理内容について、さらに詳細に説明する。

【0087】このフレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置16では、DCTブロックの離散コサイン係数に対して、水平方向には、低域の4×4の逆離散コサイン変換を行う。

【0088】また、このフレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置16では、DCTブロックの離散コサイン係数に対して、垂直方向には、以下の(1)～(3)3つの処理のいずれかを行う。

【0089】(1)垂直方向の係数に対して、低域の4点の逆離散コサイン変換を行う。

【0090】(2)垂直方向の係数に対して、8点全ての離散コサイン変換を行い、フレーム内の全ての画素を用いて線形内挿処理を行い、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。

【0091】(3)垂直方向の係数に対して、8点全ての離散コサイン変換を行い、フレーム内の全ての画素を、トップフィールドとボトムフィールドとの分離して、それぞれのフィールド内で線形内挿処理を行い、フ

フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。

【0092】このような(1)～(3)のいずれかの処理を行うことによって、フレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置16では、1つのDCTブロックが4×4の画素から構成される解像度画像を復号するとともに、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、フレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置16で復号された画像データの各画素の位相は、図2に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/2、5/2・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる。

【0093】以上のように本発明の第1の実施の形態の画像復号装置10では、フィールドDCTモードでは、トップフィールドとボトムフィールドとのそれぞれに4×4の縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号し、フレームDCTモードでは、フレーム分離をして縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号する。この画像復号装置10では、このようにフィールドDCTモードとフレームDCTモードとで異なる処理を行うため、飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく、かつ、フィールドDCTモードとフレームDCTモードとで復号した画像の位相を同一とすることができ、出力する画像の画質を劣化させない。

$$[C_{\frac{1}{2}}]^{-1} = [C_{\frac{1}{2}}] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [C_{\frac{1}{2}}] \\ [C_{\frac{1}{2}}] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$[C_{\frac{1}{2}}] = [C_{\frac{1}{2}}]^T = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad C_r = \cos(r\pi)$$

$$[C_{\frac{1}{2}}] = \begin{bmatrix} -C_{\frac{1}{8}} & C_{\frac{9}{8}} \\ C_{\frac{9}{8}} & C_{\frac{1}{8}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -C_{\frac{1}{8}} + C_{\frac{9}{8}} & 0 & 0 \\ 0 & C_{\frac{1}{8}} + C_{\frac{9}{8}} & 0 \\ 0 & 0 & C_{\frac{9}{8}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

【0099】また、図6にフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14の処理にWangのアルゴリズムを適用した場合の処理フローを示す。この処理フローに示すように、第1から第5の乗算器14a～14e及び第1から第9の加算器14f～14nを用いて、高速化を実現することができる。

【0094】また、この画像復号装置10では、インターマクロブロックに対する縮小逆離散コサイン変換に起因する画質の劣化を低減することができる。すなわち、本来静止画エリアであるインターマクロブロックの動きベクトルがノイズの為に動きベクトルが0以外の値を生じており、例えば、細線を含む箇所が動画エリアのように処理された場合であっても、画質の劣化が生じない。

【0095】なお、上記画像復号装置10では、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14の4×4の縮小逆離散コサイン変換処理、及び、フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15の上記ステップS1～ステップS6による1ブロック処理による縮小逆離散コサイン変換処理、また、フレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置16の4×4或いは8×8の逆離散コサイン変換処理を、高速アルゴリズムを用いて処理してもよい。

【0096】例えば、Wangのアルゴリズム(参考文献: Zhong DE Wang, "Fast Algorithms for the Discrete W Transform and for the Discrete Fourier Transform", IEEE Tr. ASSP-32, NO. 4, pp. 803-816, Aug. 1984)を用いることにより、処理を高速化することができる。

【0097】フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14が演算をする行列を、Wangのアルゴリズムを用いて分解すると、以下の式(3)に示すように分解される。

【0098】

【数9】

【0100】フレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15が演算をする行列[FS']を、Wangのアルゴリズムを用いて分解すると、以下の式(4)に示すように分解される。

【0101】

【数10】

$$[FS'] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [M_1] \\ [M_2] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[M_1] = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A & 0 & 0 & 0 \\ 0 & D & 0 & 0 \\ 0 & 0 & F & 0 \\ 0 & 0 & 0 & H \end{bmatrix}$$

$$[M_2] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E & 0 & 0 & 0 \\ 0 & G & 0 & 0 \\ 0 & 0 & B & 0 \\ 0 & 0 & 0 & C \\ 0 & 0 & 0 & I \\ 0 & 0 & 0 & J \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

【0102】但し、この式(4)において、A～Jは、  
以下の通りである。

【0103】

【数11】

$$A = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad F = \frac{\cos \frac{\pi}{8} - \cos \frac{3\pi}{8}}{4}$$

$$D = \frac{1}{4} \quad H = \frac{1}{4} + \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

$$B = \frac{\cos \frac{\pi}{16} + \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$C = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$E = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$G = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$I = \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

$$J = \frac{\cos \frac{\pi}{16} + 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}$$

【0104】また、図7にフレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15の処理にWangのアルゴリズムを適用した場合の処理フローを示す。この

処理フローに示すように、第1から第10の乗算器15a~15j及び第1から第13の加算器15k~15wを用いて、高速化を実現することができる。

【0105】(第2の実施の形態) つぎに、本発明の第2の実施の形態の画像復号装置について説明する。なお、この第2の実施の形態の画像復号装置の説明にあたり、上記第1の画像復号装置10と同一の構成要素については図面中に同一の符号を付け、その詳細な説明を省略する。また、第3の実施の形態以後もそれ以前の実施の形態と同一の構成要素については図面中に同一の符号を付け、その詳細な説明を省略する。

【0106】図8に示すように、本発明の第2の実施の形態の画像復号装置30は、垂直方向の有効ライン数が例えば1152本の高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームが入力され、この入力されたビットストリームを復号するとともに1/2の解像度に縮小して、垂直方向の有効ライン数が例えば576本の標準解像度画像を出力する装置である。

【0107】この画像復号装置30は、圧縮された高解像度画像のビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置11と、データの発生頻度に応じた符号長を割り当て可能な可変長符号化がされた上記ビットストリームを復号する可変長符号復号装置12と、DCTブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置13と、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31と、マクロブロックがイントラマクロブロックであってフレームDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32と、マクロブロックがインターマクロブロックであってフレームDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置33と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置17と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ18と、フレームメモリ18が記憶した参照画像にフィールド動き予測モードに対応した動き補償をするフィールドモード用動き補償装置19と、フレームメモリ18が記憶した参照画像にフレーム動き予測モードに対応した動き補償をするフレームモード用動き補償装置20と、フレームメモリ18に記憶した画像に対して、画枠変換をしてモニタ等に表示するための標準解像度の画像データを出力する画枠変換装置34とを備えている。

【0108】フィールドモード用位相補正縮小逆離散コ

サイン変換装置31は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フィールドDCTモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31は、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDCTブロックの全ての係数のうち4×8の係数のみに対して、トップフィールドとボトムフィールドの垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。すなわち、水平方向に対して低域の4点の離散コサイン係数に基づき逆離散コサイン変換を行い、垂直方向に対して8点の離散コサイン係数に基づき位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。具体的には、トップフィールドの垂直方向の各画素に対しては、1/4画素分の位相補正を行い、ボトムフィールドの垂直方向の各画素に対しては、3/4画素分の位相補正を行う。そして、以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、図9に示すような、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/4、9/4・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が5/4、13/4・・・となる標準解像度画像(下位レイヤー)を生成する。

【0109】フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フレームDCTモードで離散コサイン変換されている場合であって、且つ、フレーム内予測符号化で圧縮されたイントラ画像である場合に用いられる。フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32は、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDCTブロックに対して、詳細を後述する1ブロック処理或いは2ブロック処理により、トップフィールドとボトムフィールドの垂直方向の画素の位相ずれを補正した縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、1ブロック処理或いは2ブロック処理で縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、図9に示すような、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/4、9/4・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が5/4、13/4・・・となる標準解像度画像(下位レイヤー)を生成する。

【0110】フレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置33は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フレームDCTモードで離散コサイン変換されている場合であって、且つ、フレーム間予測符号化で圧縮されたインター画像である場合に用いられる。フレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置33は、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8

×8個の係数が示されたDCTブロックに対して、トップフィールドとボトムフィールドの垂直方向の画素の位相ずれを補正した縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、フレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、1つのDCTブロックが4×4の画素から構成される解像度画像を復号するとともに、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で生成した標準解像度画像の画素の位相と同一相の画像を生成する。すなわち、図9に示すような、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/4、9/4・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が5/4、13/4・・・となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成する。

【0111】フィールドモード用動き補償装置19は、マクロブロックの動き予測モードがフィールド動き予測モードの場合に用いられる。フィールドモード用動き補償装置19は、フレームメモリ18に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、1/4画素精度で補間処理を行い、フィールド動き予測モードに対応した動き補償をする。このフィールドモード用動き補償装置19により動き補償がされた参照画像は、加算装置17に供給され、インター画像に合成される。

【0112】フレームモード用動き補償装置20は、マクロブロックの動き予測モードがフレーム動き予測モードの場合に用いられる。フレームモード用動き補償装置20は、フレームメモリ18に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、1/4画素精度で補間処理を行い、フレーム動き予測モードに対応した動き補償をする。このフレームモード用動き補償装置20により動き補償がされた参照画像は、加算装置17に供給され、インター画像に合成される。

【0113】画枠変換装置34は、フレームメモリ18が記憶した標準解像度の参照画像が供給され、この参照画像をポストフィルタリングにより、画枠を標準解像度のテレビジョンの規格に合致するように変換する。すなわち、画枠変換装置34は、高解像度のテレビジョン規格の画枠を、1/4に縮小した標準解像度のテレビジョン規格の画枠に変換する。なお、この画枠変換装置34は、フレームメモリ18に格納されている画像がトップフィールドとボトムフィールドとの間に位相ずれが生じていないので、上述した第1の実施の形態の画枠変換・位相ずれ補正装置21と異なり、画素の位相ずれの補正は行わなくて良い。

【0114】本発明の第2の実施の形態の画像復号装置30では、以上のような構成を有することにより、高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームを、復号するとともに1/2の解像度に縮小して、標準解像度画像を出力することができる。

【0115】つぎに、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31の処理内容について、

さらに詳細に説明する。

【0116】フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31には、図10に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、1つのDCTブロック単位で入力される。

【0117】まず、ステップS21において、この1つのDCTブロックの離散コサイン係数 $y$ （DCTブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数を $y_1 \sim y_8$ として図中に示す。）に対して、8×8の逆離散コサイン変換（IDCT8×8）を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、8×8の復号された画素データ $x$ （DCTブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x_1 \sim x_8$ として図中に示す。）を得ることができる。

【0118】続いて、ステップS22において、この8×8の画素データを、4×8の位相補正フィルタ行列によりDCTブロック内で閉じた変換を行い、位相補正した画素データ $x'$ （全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x'_1, x'_2, x'_3, x'_4$ として図中に示す。）を得る。

【0119】以上のステップS21～ステップS22の処理を行うことにより、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31では、トップフィールドとボトムフィールドとの間で、画素の位相ずれがない画像を生成することができる。

【0120】また、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31では、図11に示すように、以上の処理を1つの行列（4×8位相補正IDCT行列）を用いて演算してもよい。

【0121】つぎに、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31により演算が行われる4×8位相補正IDCT行列の設計手順を図12に示し、この4×8位相補正IDCT行列について説明する。この4×8位相補正IDCT行列は、プロトタイプフィルタをポリフェーズ分解して作成される。

【0122】ここで、画像復号装置30では、図13（a）に示すような周波数特性の高解像度画像を、図13（b）に示すような信号帯域がローパスフィルタにより半分とされた周波数特性の1/2の解像度の標準解像度画像に、ダウンデコードする。そのため、プロトタイプフィルタに求められる周波数特性は、標準解像度画像の1/4位相の画素値を得ることができるように、図13（c）に示すような4倍のオーバーサンプリングを行った周波数特性となる。

【0123】まず、ステップS31において、ナイキスト周波数以下を等間隔に $\{(N-1)/2\}$ 分割し、その周波数サンプルからゲインリストを作成する。例えば、図14に示すように、ナイキスト周波数以下の周波数を等間隔に $(57-1)/2=28$ 分割して、29個のゲインリストを作成する。



0.561919	0.447153	0.609559	-0.0893847	-0.0280704	0.0243587	0.0068128	-0.00574453
-0.0362407	0.218559	0.481087	0.368915	0.068429	-0.0733453	-0.0213923	0.0198877
0.00831777	-0.0611172	-0.0380645	0.227457	0.484291	0.38538	0.089772	-0.0770384
-0.00184084	0.0158178	0.00911843	-0.0586162	-0.0372542	0.222615	0.473982	0.377178

--(8)

【0139】そして、ステップS36において、 $8 \times 8$ のIDCT行列と、この $4 \times 8$ 位相補正フィルタ行列とを掛け合わせ、トップフィールド用の $4 \times 8$ 位相補正IDCT行列を作成する。

【0140】 $8 \times 8$ のIDCT行列と上記式(8)で示

0.353553	0.470989	0.378984	0.182877	-0.0419178
0.353553	0.249119	-0.244534	-0.38214	-0.0588254
0.353553	-0.154747	-0.424887	0.327887	0.101844
0.353553	-0.437751	0.287694	-0.00183147	-0.158849

【0142】一方、ボトムフィールド用の $4 \times 8$ 位相補正IDCT行列を作成する場合には、ステップS37において、フィルタ係数が $3/4$ 位相補正特性となるように、ポリフェイズ分解された14個のフィルタ係数 $c'_{1 \sim c'_{14}}$ を、左右反転させる。

【0143】続いて、ステップS38において、左右反転させた14個のフィルタ係数 $c'_{1 \sim c'_{14}}$ から、群遅延が $3/4$ 、 $11/4$ 、 $19/4$ 、 $27/4$ 位相となる8個の係数を取り出し、 $4 \times 8$ 位相補正フィルタ行列を作成する。

【0144】そして、ステップS39において、 $8 \times 8$ のIDCT行列と、この $4 \times 8$ 位相補正フィルタ行列とを掛け合わせ、ボトムフィールド用の $4 \times 8$ 位相補正IDCT行列を作成する。

【0145】このようにステップS31～ステップS39の各処理を行うことによって、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31が演算を行う $4 \times 8$ 位相補正IDCT行列を作成することができる。

【0146】以上のように、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31では、この $4 \times 8$ 位相補正IDCT行列と、入力されたフィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックの係数とを行列演算することにより、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれがない、標準解像度の画像を復号することができる。すなわち、このフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31では、図9に示すような、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $9/4$ ・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4$ 、 $13/4$ ・・・となる標準解像度画像(下位レイヤー)を生成することができる。

【0147】つぎに、上記フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32の処理内容について、さらに詳細に説明する。

【0148】なお、フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、以下に説明する1ブロック処理及び2ブロック処理のいずれか或い

す $4 \times 8$ の位相補正フィルタとを掛け合わせた $4 \times 8$ 位相補正IDCT行列は、以下の式(9)に示すような行列となる。

【0141】

【数16】

-0.0790523	-0.0325452	-0.0123689
0.0447449	0.00293145	0.0032419
-0.0689048	0.00729824	-0.0083086
0.0892455	-0.0287812	0.0128261

--(9)

は両者の処理を行うことができる。必要に応じて、1ブロック処理又は2ブロック処理を切り換えて用いても良いし、或いは、いずれか一方の処理のみを行っても良い。

【0149】まず、1ブロック処理について説明する。図19に、1ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

【0150】フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32には、図19に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、1つのDCTブロック単位で入力される。

【0151】まず、ステップS41において、この1つのDCTブロックの離散コサイン係数 $y$ に対して、 $8 \times 8$ の逆離散コサイン変換を行う。続いて、ステップS42において、この $8 \times 8$ の画素データをフィールド分離する。続いて、ステップS43において、フィールド分離した2つの画素ブロックそれぞれに対して $4 \times 4$ の離散コサイン変換をする。続いて、ステップS44において、各画素ブロックの離散コサイン係数 $z$ の高域成分を間引き、 $2 \times 2$ の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。以上のステップS41からステップS44までの処理は、図3に示す1ブロック処理におけるステップS1からステップS4までの処理と同一である。

【0152】続いて、ステップS45において、トップフィールドに対応する画素ブロックに対しては、 $1/4$ 画素分の位相補正をする $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックに対しては、 $3/4$ 画素分の位相補正をする $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、 $2 \times 2$ の画素データ $x'$ (トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x'_1$ 、 $x'_3$ として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データ

のうち垂直方向の画素データを $x'_2$ 、 $x'_4$ として図中に示す。)を得ることができる。この画素データ $x'$ は、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $9/4$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4$ 、 $13/4$ となる標準解像度画像(下位レイヤー)を生成する。なお、この $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列の設計方法については詳細を後述する。

【0153】続いて、ステップS46において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データとボトムフィールドの画像ブロックの画素データとをフレーム合成する。このステップS46の処理は、図3に示す1ブロック処理におけるステップS6の処理と同一である。

【0154】以上のステップS41～ステップS46の処理を行うことにより、フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、画素間の位相ずれがない画像を生成することができる。また、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で復号した画像と位相ずれが生じない画像を生成することができる。

【0155】また、フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、以上のステップS41からステップS46までの処理を1つの行列を用いて演算してもよい。

【0156】つぎに、フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32のステップS45で演算が行われる $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列の設計手順を図20に示し、この $2 \times 8$ 位相補正IDCT行列について説明する。

$$\begin{matrix} -0.00236073 & 0.042655 & 0.115645 & 0.0850711 & 0.0105278 & 0.00328948 & \dots & - (10) \end{matrix}$$

【0164】このようにポリフェーズフィルタを作成した後、トップフィールド用の $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列と、ボトムフィールド用の $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列とで、設計処理が分割する。

【0165】まず、トップフィールド用の $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列を作成する場合には、ステップS55において、ポリフェーズ分解された6個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ から、群遅延が $1/4$ 、 $9/4$ 位相とな

【0157】まず、ステップS51において、ナイキスト周波数以下を等間隔に $(N-1)/2$ 分割し、その周波数サンプルからゲインリストを作成する。例えば、図21に示すように、ナイキスト周波数以下の周波数を等間隔に $(25-1)/2=12$ 分割して、13個のゲインリストを作成する。

【0158】続いて、ステップS52において、周波数サンプリング法により、25個のインパルス応答を作成する。すなわち、13個のゲインリストを逆離散フーリエ変換して、25個のFIRフィルタのインパルス応答を作成する。この25個のインパルス応答を図22に示す。

【0159】続いて、ステップS53において、このインパルス応答に窓関数をかけて、25タップのフィルタ係数 $c_1 \sim c_{25}$ を作成する。

【0160】このステップS53で作成されたフィルタがプロトタイプフィルタとなる。

【0161】続いて、ステップS54において、25個のフィルタ係数 $c_1 \sim c_{25}$ を有するプロトタイプフィルタをポリフェーズ分解して、 $1/4$ 位相補正特性を有する6個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ のみを取り出し、ポリフェーズフィルタを作成する。

【0162】具体的に、57個の係数を有するプロトタイプフィルタ $c_1 \sim c_{25}$ から作成された14個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ は、例えば、以下の式(10)で示すような係数となる。

【0163】

【数17】

るように、それぞれ2個の係数を取り出し、 $2 \times 4$ 位相補正フィルタ行列を作成する。このように作成された $2 \times 4$ 位相補正フィルタを、図23に示す。

【0166】例えば、上記式(10)の6個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ から、以下の式(11)で示すような係数が取り出される。

【0167】

【数18】

$$\begin{matrix} 9/4 \text{ 位相} & -0.00236073 & 0.042655 & 0.115645 & 0.0850711 & 0.0105278 & 0.00328948 & \dots & - (11) \\ 1/4 \text{ 位相} & & & 0.115645 & 0.0850711 & 0.0105278 & 0.00328948 & \dots & \end{matrix}$$

【0168】式(11)の係数から $2 \times 4$ 位相補正フィルタ行列を求めると、以下の式(12)で示すような行列となる。

$$\begin{matrix} 0.115645 & 0.0850711 & 0.0105278 & 0.00328948 & \dots & - (12) \\ -0.00236073 & 0.042655 & 0.115645 & 0.0850711 & \dots & \end{matrix}$$

【0170】この式(12)で示した $2 \times 4$ 位相補正フィルタ行列を正規化すると、以下の式(13)に示すよ

【0169】

【数19】

うな行列となる。

【0171】



【数20】

$$\begin{array}{cccc} 0.556108 & 0.409085 & 0.0506245 & -0.0158183 \\ -0.00979515 & 0.176984 & 0.479834 & 0.352977 \end{array} \quad \dots (13)$$

【0172】そして、ステップS56において、 $4 \times 4$ のIDCT行列と、この $2 \times 4$ 位相補正フィルタ行列とを掛け合わせ、トップフィールド用の $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列を作成する。

【0173】 $2 \times 4$ のIDCT行列と上記式(13)で

$$\begin{array}{ccc} 0.5 & 0.470828 & 0.0402801 \\ 0.5 & -0.318943 & -0.156819 \end{array}$$

【0175】一方、ボトムフィールド用の $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列を作成する場合には、ステップS57において、フィルタ係数が $3/4$ 位相補正特性となるように、ポリフェイズ分解された6個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ を、左右反転させる。

【0176】続いて、ステップS58において、左右反転させた6個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ から、群遅延が $3/4$ 、 $11/4$ 位相となるように、それぞれ2個の係数を取り出し、 $2 \times 4$ 位相補正フィルタ行列を作成する。

【0177】そして、ステップS59において、 $4 \times 4$ のIDCT行列と、この $2 \times 4$ 位相補正フィルタ行列とを掛け合わせ、ボトムフィールド用の $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列を作成する。

【0178】以上のようにステップS51～ステップS59の各処理を行うことによって、フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32が上記ステップS45で演算を行う $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列を作成することができる。

【0179】つぎに、2ブロック処理について説明する。図24に、2ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

【0180】フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32には、図24に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、2つのDCTブロック単位で入力される。例えば、マクロブロックが4つの輝度成分のDCTブロックと2つの色差成分のDCTブロックとから構成される場合には、垂直方向に隣接した2つのDCTブロックが入力される。例えば、マクロブロックが上述した図5に示すように構成されている場合には、輝度成分(Y)のDCTブロック0とDCTブロック2とが対となって入力され、また、DCTブロック1とDCTブロック3とが対となって入力される。

【0181】まず、ステップS61において、2つのDCTブロックの離散コサイン係数 $y$ に対して、それぞれ独立に $8 \times 8$ の逆離散コサイン変換を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、 $8 \times 8$ の復号された画素データ $x$ を得ることができる。続いて、ステップS62において、2つの $8 \times 8$ の画素データをフィールド分離す

示す $2 \times 4$ の位相補正フィルタとを掛け合わせた $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列は、以下の式(14)に示すような行列となる。

【0174】

【数21】

$$\begin{array}{ccc} -0.0794137 & & \\ 0.0996811 & & \end{array} \quad \dots (14)$$

る。続いて、ステップS63において、フィールド分離した2つの $8 \times 8$ の画素ブロックそれぞれに対して $8 \times 8$ の離散コサイン変換をする。続いて、ステップS64において、 $8 \times 8$ の離散コサイン変換をして得られたトップフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 $z$ の高域成分を間引いて、 $4 \times 4$ の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。また、 $8 \times 8$ の離散コサイン変換をして得られたボトムフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 $z$ の高域成分を間引き、 $4 \times 4$ の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。

【0182】以上のステップS61からステップS64までの処理は、図4に示す2ブロック処理におけるステップS11からステップS14までの処理と同一である。

【0183】続いて、ステップS65において、トップフィールドの画素ブロックに対しては、 $1/4$ 画素分の位相補正をする $4 \times 8$ 位相補正IDCT行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。また、ボトムフィールドの画素ブロックに対しては、 $3/4$ 画素分の位相補正をする $4 \times 8$ 位相補正IDCT行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、 $4 \times 4$ の画素データ $x'$ （トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x'_1, x'_3, x'_5, x'_7$ として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x'_2, x'_4, x'_6, x'_8$ として図中に示す。）を得ることができる。この画素データ $x'$ は、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4, 9/4, \dots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4, 13/4, \dots$ となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成する。なお、この $4 \times 8$ 位相補正IDCT行列の設計方法は、上述したフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で演算される行列と同一である。

【0184】続いて、ステップS66において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データと、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの画素データと

を、垂直方向に1ラインずつ交互にフレーム合成して、 $8 \times 8$ の画素データから構成される縮小逆離散コサイン変換をしたDCTブロックを生成する。

【0185】以上のステップS61～ステップS66の2ブロック処理を行うことにより、フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、画素間の位相ずれがない画像を生成することができる。また、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で復号した画像と位相ずれが生じない画像を生成することができる。

【0186】また、フレームモード用イントラ画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、以上のステップS61からステップS66までの処理を1つの行列を用いて演算してもよい。

【0187】つぎに、上記フレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置33の処理内容について、さらに詳細に説明する。

【0188】このフレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置33では、DCTブロックの離散コサイン係数に対して、水平方向には、低域の $4 \times 4$ の逆離散コサイン変換を行う。

【0189】また、このフレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置33では、DCTブロックの離散コサイン係数に対して、垂直方向には、以下の(1)～(3)3つの処理のいずれかを行う。

【0190】(1)垂直方向の係数に対して、低域の4点の逆離散コサイン変換を行う。

【0191】(2)垂直方向の係数に対して、8点全ての離散コサイン変換を行い、フレーム内の全ての画素を用いて線形内挿処理を行い、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。具体的には、図25に示すように、8点全ての離散コサイン変換を行った上位レイヤーのトップフィールドの1番目の画素とボトムフィールドの1番目の画素とを線形補間して位相が $1/4$ の下位レイヤーの画素を生成する。また、上位レイヤーのトップフィールドの2番目の画素とボトムフィールドの2番目の画素とを線形補間して位相が $5/4$ の下位レイヤーの画素を生成する。また、上位レイヤーのトップフィールドの3番目の画素とボトムフィールドの3番目の画素とを線形補間して位相が $9/4$ の下位レイヤーの画素を生成する。また、上位レイヤーのトップフィールドの4番目の画素とボトムフィールドの4番目の画素とを線形補間して位相が $13/4$ の下位レイヤーの画素を生成する。なお、このよな下位レイヤーの画素は、上位レイヤーの画素の行列に対して、以下の式(15)に示す行列を演算することにより得ることができる。

【0192】

【数22】

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots (15)$$

【0193】(3)垂直方向の係数に対して、8点全ての離散コサイン変換を行い、フレーム内の全ての画素を、トップフィールドとボトムフィールドとの分離して、それぞれのフィールド内で線形内挿処理を行い、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。具体的には、図26に示すように、8点全ての離散コサイン変換を行った上位レイヤーのトップフィールドの1番目の画素と2番目の画素とを $1/4$ 位相補正した線形補間をして位相が $1/4$ の下位レイヤーの画素を生成する。また、上位レイヤーのトップフィールドの3番目の画素と4番目の画素とを $1 \cdot 4$ 位相補正した線形補間をして位相が $9/4$ の下位レイヤーの画素を生成する。また、上位レイヤーのボトムフィールドの1番目の画素と1番目の画素とを $3/4$ 位相補正した線形補間をして位相が $5/4$ の下位レイヤーの画素を生成する。また、上位レイヤーのボトムフィールドの3番目の画素と4番目の画素とを $3/4$ 位相補正した線形補間をして位相が $13/4$ の下位レイヤーの画素を生成する。なお、このよな下位レイヤーの画素は、上位レイヤーの画素の行列に対して、以下の式(16)に示す行列を演算することにより得ることができる。

【0194】

【数23】

$$\frac{1}{4} \begin{bmatrix} 3 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 3 \end{bmatrix} \quad \dots (16)$$

【0195】このような(1)～(3)のいずれかの処理を行うことによって、フレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置33では、1つのDCTブロックが $4 \times 4$ の画素から構成される解像度画像を復号するとともに、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、フレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32で復号された画像データの各画素の位相は、図9に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $9/4$ 、 $\dots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4$ 、 $13/4$ 、 $\dots$ となる。

【0196】以上のように本発明の第2の実施の形態の画像復号装置30では、フィールドDCTモードでは、トップフィールドとボトムフィールドとのそれぞれに4

×4の縮小逆離散コサイン変換を行うとともに位相補正をして標準解像度画像を復号し、フレームDCTモードでは、フレーム分離をして縮小逆離散コサイン変換を行うとともに位相補正をして標準解像度画像を復号する。この画像復号装置30では、このようにフィールドDCTモードとフレームDCTモードとでそれぞれで処理を行うため飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく、かつ、縮小逆離散コサイン変換を行うときに生じるトップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれをなくし、出力する画像の画質を劣化させない。即ち、この画像復号装置30では、フレームメモリ18に格納された復号画像を出力する際に、位相補正をする必要が無く、処理が簡易化するとともに画質の劣化を生じさせない。

【0197】また、この画像復号装置30では、インターマクロブロックに対する縮小逆離散コサイン変換に起因する画質の劣化を低減することができる。すなわち、本来静止画エリアであるインターマクロブロックの動きベクトルがノイズの為に動きベクトルが0以外の値を生じており、例えば、細線を含む箇所が動画エリアのように処理された場合であっても、画質の劣化が生じない。

【0198】（第3の実施の形態）つぎに、本発明の第3の実施の形態の画像復号装置について説明する。

【0199】図27に示すように、本発明の第3の実施の形態の画像復号装置40は、垂直方向の有効ライン数が例えば1152本の高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームが入力され、この入力されたビットストリームを復号するとともに1/2の解像度に縮小して、垂直方向の有効ライン数が例えば576本の標準解像度画像を出力する装置である。

【0200】この画像復号装置40は、圧縮された高解像度画像のビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置11と、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号化がされた上記ビットストリームを復号する可変長符号復号装置12と、DCTブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置13と、イントラ画像のマクロブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するイントラ画像用縮小逆離散コサイン変換装置41と、インター画像のマクロブロックに対して通常の逆離散コサイン変換をするインター画像用逆離散コサイン変換装置42と、インター画像を逆離散コサイン変換して得られた高解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置17と、この加算装置により参照画像が加算された高解像度画像を標準解像度画像データに縮小する縮小フィルタ装置43と、標準解像度の参照画像を一時記憶するフレームメモリ18と、フレームメモリ18が記憶した参照画像にフィールド動き予測モードに対応した動き補償をするフィールドモード用動き補償装置19と、フレームメモリ18が記

憶した参照画像にフレーム動き予測モードに対応した動き補償をするフレームモード用動き補償装置20と、フレームメモリ18に記憶した画像に対してポストフィルタリングをすることにより、画枠変換をしてテレビジョンモニタ等に表示するための標準解像度の画像データを出力する画枠変換補正装置33とを備えている。

【0201】イントラ画像用縮小逆離散コサイン変換装置41は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、イントラマクロブロックである場合に用いられる。このイントラ画像用縮小逆離散コサイン変換装置41では、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDCTブロックに対して、図34で示したような、低域の4×4の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。すなわち、水平方向及び垂直方向の低域の4点の離散コサイン係数に基づき縮小逆離散コサイン変換を行う。また、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDCTブロックに対して、上述した第1の実施の形態のフレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置15と同様の縮小逆離散コサイン変換を行う。このイントラ画像用縮小逆離散コサイン変換装置41では、以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、1つのDCTブロックが4×4の画素から構成される標準解像度画像を復号することができる。この復号された画像データの各画素の位相は、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/2、5/2・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる。

【0202】なお、このイントラ画像用縮小逆離散コサイン変換装置41では、トップフィールドの垂直方向の画素に対して1/4位相補正を行い、ボトムフィールドの垂直方向の画素に対して3/4位相補正をして、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれを補正した縮小逆離散コサイン変換をしてもよい。

【0203】この場合、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDCTブロックの全ての係数に対して、トップフィールドとボトムフィールドの垂直方向の画素の位相ずれを補正した縮小逆離散コサイン変換を行う。具体的には、トップフィールドの垂直方向の各画素に対しては、1/4画素分の位相補正を行い、ボトムフィールドの垂直方向の各画素に対しては、3/4画素分の位相補正を行う。そして、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/4、9/4・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が5/4、13/4・・・となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成する。また、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の8×8個の係数が示されたDCTブロックに対して、1ブロック処理或いは2ブロック処理により、トップフィールドとボトムフィールドの

垂直方向の画素の位相ずれを補正した縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $9/4$ ・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4$ 、 $13/4$ ・・・となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成する。

【0204】インター画像用逆離散コサイン変換装置42は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、インターマクロブロックである場合に用いられる。このインター画像用逆離散コサイン変換装置42では、離散コサイン変換がされたマクロブロック内の $8 \times 8$ 個の係数が示されたDCTブロックに対して、通常の $8 \times 8$ の逆離散コサイン変換を行い、高解像度画像を復号する。

【0205】加算装置17は、インター画像用逆離散コサイン変換装置42により逆離散コサイン変換されたマクロブロックに、フィールドモード用動き補償装置19或いはフレームモード用動き補償装置20により動き補償がされるとともにアップサンプリングがされた高解像度の参照画像を合成する。

【0206】縮小フィルタ装置43は、加算装置17から出力される高解像度画像を、フィルタ処理して、イントラ画像用縮小逆離散コサイン変換装置41が生成する標準解像度画像と位相が一致した標準解像度画像に縮小する。

【0207】フレームメモリ18は、イントラ画像用縮小逆離散コサイン変換装置41からの標準解像度の参照画像と、縮小フィルタ装置43からの標準解像度の参照画像とを記憶する。

【0208】フィールドモード用動き補償装置19は、マクロブロックの動き予測モードがフィールド動き予測モードの場合に用いられる。フィールドモード用動き補償装置19は、フレームメモリ18に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を考慮した形でアップサンプリングをして高解像度画像に変換し、フィールド動き予測モードに対応した動き補償をする。このフィールドモード用動き補償装置19により動き補償がされた高解像度の参照画像は、加算装置17に供給され、インター画像に合成される。

【0209】フレームモード用動き補償装置20は、マクロブロックの動き予測モードがフレーム動き予測モードの場合に用いられる。フレームモード用動き補償装置20は、フレームメモリ18に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を考慮した形でアップサンプリングをして高解像度画像に変換し、フレーム動き予測モードに対応した動き補償をする。このフレームモード用動き補償装置20により動き補償がされた高解像度の参照画像は、加算装置17に供給され、インター

画像に合成される。

【0210】なお、このフレームモード用動き補償装置19及びフィールドモード用動き補償装置20では、イントラ画像用縮小逆離散コサイン変換装置41がフィールドとボトムフィールドの垂直方向の画素の位相ずれがある縮小逆離散コサイン変換を行う場合には、図28に示すように、フレームメモリ18に記憶している標準解像度の参照画像の各画素に対して、 $1/4$ 位相と $3/4$ 位相に相当する画素をフィルタリングにより生成し、高解像度画像の参照画像に変換する。また、このフレームモード用動き補償装置19及びフィールドモード用動き補償装置20では、イントラ画像用縮小逆離散コサイン変換装置41がフィールドとボトムフィールドの垂直方向の画素の位相ずれを補正した縮小逆離散コサイン変換を行う場合には、図29に示すように、フレームメモリ18に記憶している標準解像度の参照画像の各画素に対して、トップフィールドには $3/8$ 位相及び $7/8$ 位相、ボトムフィールドには $1/8$ 位相と $5/8$ 位相に相当する画素をフィルタリングにより生成し、高解像度画像の参照画像に変換する。

【0211】画枠変換装置33は、フレームメモリ18が記憶した標準解像度の参照画像或いは加算装置17が合成した画像が供給され、その画枠を標準解像度のテレビジョンの規格に合致するように変換する。すなわち、画枠変換装置33は、高解像度のテレビジョン規格の画枠を、 $1/4$ に縮小して標準解像度のテレビジョン規格の画枠に変換する。

【0212】なお、この画枠変換装置33では、フレームメモリ18により記憶された標準解像度の参照画像がトップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれを漏している場合には、この位相ずれ成分とともに補正する。

【0213】本発明の第3の実施の形態の画像復号装置40では、以上のような構成を有することにより、高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームを、復号するとともに解像度を $1/2$ に縮小して、標準解像度画像を出力することができる。

【0214】以上のように本発明の第3の実施の形態の画像復号装置40では、フィールドDCTモードでは、トップフィールドとボトムフィールドとのそれぞれに $4 \times 4$ の縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号し、フレームDCTモードでは、フレーム分離をして縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号する。この画像復号装置40では、このようにフィールドDCTモードとフレームDCTモードとで異なる処理を行うため、飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく、かつ、フィールドDCTモードとフレームDCTモードとで復号した画像の位相を同一とすることができ、出力する画像の画質を劣化させない。

【0215】また、この画像復号装置40では、インタ

マクロブロックに対する縮小逆離散コサイン変換に起因する画質の劣化を低減することができる。すなわち、本来静止画エリアであるインターマクロブロックの動きベクトルがノイズの為に動きベクトルが0以外の値を生じており、例えば、細線を含む箇所が動画エリアのように処理された場合であっても、画質の劣化が生じない。

【0216】以上本発明の第1～第3の実施の形態の画像復号装置について説明したが、本発明で処理されるデータは、MPEG2方式の画像データに限られない。すなわち、所定の画素ブロック単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック単位で直交変換することによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データであればどのようなデータであってもよい。例えば、ウェーブレット方式等を用いた圧縮画像データであってもよい。

【0217】

【発明の効果】本発明では、フレーム直交変換モードにより直交変換がされ且つフレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をして飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をして低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成する。また、この本発明では、フレーム直交変換モードにおいて直交変換がされ且つフレーム間予測符号化がされた上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする。そして、この本発明では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを出力する。

【0218】また、本発明では、フレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックの低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、フレーム間予測符号化がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をする。そして、この本発明では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを出力する。

【0219】このことにより、本発明では、復号に必要な演算量及び記憶容量を少なくすることができるとともに、飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなくフィールド直交変換モードとフレーム直交変換モードとによる画素の位相ずれをなくすることができる。また、第2の解像度の動画データの画質を向上させることができる。また、本発明では、フレーム内予測符号化がされた直交変換ブロックを逆直交変換して直接第2の解像度にする際に生じる画質の劣化を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の画像復号装置のブロック図である。

【図2】上記第1の実施の形態の画像復号装置のフレームメモリに格納される参照画像の垂直方向の画素の位相

を説明するための図である。

【図3】上記第1の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置の1ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図4】上記第1の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置の2ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図5】420フォーマットのマクロブロック内の輝度成分及び色差成分のDCTブロックについて説明をする図である。

【図6】Wangのアルゴリズムを上記第1の実施の形態の画像復号装置のフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置の処理に適用した場合の演算フローを示す図である。

【図7】Wangのアルゴリズムを上記第1の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用イントラ画像縮小逆離散コサイン変換装置の1ブロック処理に適用した場合の演算フローを示す図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態の画像復号装置のブロック図である。

【図9】上記第2の実施の形態の画像復号装置のフレームメモリに格納される参照画像の垂直方向の画素の位相を説明するための図である。

【図10】上記第2の実施の形態の画像復号装置のフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の処理内容を説明するための図である。

【図11】1つの行列により処理を行う場合の上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の処理内容を説明するための図である。

【図12】上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる4×8位相補正IDCT行列の設計手順を説明するためのフローチャートである。

【図13】上記4×8位相補正IDCT行列の設計に必要なプロトタイプフィルタの周波数特性を説明するための図である。

【図14】ナイキスト周波数以下を等間隔に $(N-1)/2$ 分割し、その周波数サンプルから作成されたゲインのリストを説明するための図である。

【図15】上記ゲインリストを逆離散フーリエ変換して作成されたインパルス応答を説明するための図である。

【図16】ポリフェイズフィルタを説明するための図である。

【図17】入力信号に対して1/4位相ずれた信号を出力するポリフェイズフィルタを説明するための図である。

【図18】上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる4×8位相補正IDCT行列を説明するための図である。

【図19】上記第2の実施の形態の画像復号装置のフレ

ームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の1ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図20】フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列の設計手順を説明するためのフローチャートである。

【図21】ナイキスト周波数以下を等間隔に $\{(N-1)/2\}$ 分割し、その周波数サンプルから作成されたゲインのリストを説明するための図である。

【図22】上記ゲインリストを逆離散フーリエ変換して作成されたインパルス応答を説明するための図である。

【図23】上記フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる $2 \times 4$ 位相補正IDCT行列を説明するための図である。

【図24】上記第2の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の2ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図25】上記第2の実施の形態のフレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の処理内容を説明するための図である。

【図26】上記第2の実施の形態のフレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の他の処理内容を説明するための図である。

【図27】本発明の第3の実施の形態の画像復号装置のブロック図である。

【図28】上記第3の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用動き補償装置及びフィールドモード用動き補償装置における補間処理を説明するための図である。

【図29】上記第3の実施の形態の画像復号装置のフレームモード用動き補償装置及びフィールドモード用動き補償装置における他の補間処理を説明するための図である。

【図30】従来の第1のダウンデコーダを示すブロック図である。

【図31】従来の第2のダウンデコーダを示すブロック図である。

【図32】従来の第3のダウンデコーダを示すブロック図である。

【図33】従来の画像復号装置のブロック図である。

【図34】上記従来の画像復号装置のフィールドDCTモードにおける縮小逆離散コサイン変換処理を説明するための図である。

【図35】上記従来の画像復号装置のフィールドDCTモードにおける縮小逆離散コサイン変換処理を説明するための図である。

【図36】上記従来の画像復号装置のフィールド動き予測モードにおける線形補間処理を説明するための図である。

【図37】上記従来の画像復号装置のフレーム動き予測モードにおける線形補間処理を説明するための図である。

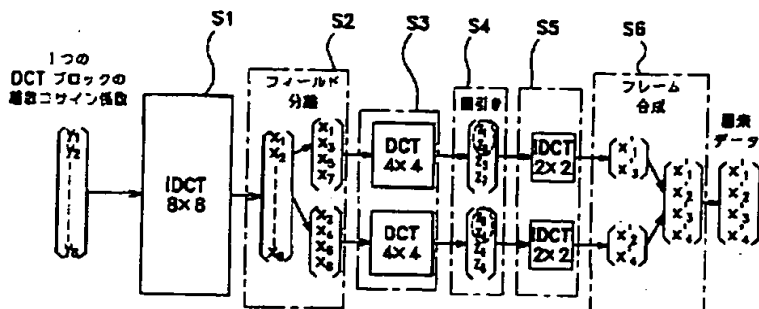
【図38】上記従来の画像復号装置のフィールドDCTモードの結果得られる画素の位相を説明するための図である。

【図39】上記従来の画像復号装置のフレームDCTモードの結果得られる画素の位相を説明するための図である。

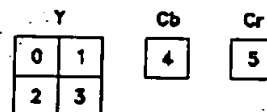
【符号の説明】

10、30、40 画像復号装置、14 フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置、15 フレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置、16 フレームモード用インター画像縮小逆離散コサイン変換装置、17 加算装置、18 フレームメモリ、19 フィールドモード用動き補償装置、20 フレームモード用動き補償装置、21 画枠変換・位相ずれ補正装置、31 フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置、32 フレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置、33 フレームモード用インター画像位相補正縮小逆離散コサイン変換装置、34 画枠変換装置、41 インター画像用縮小逆離散コサイン変換装置、42 インター画像用逆離散コサイン変換装置、43 縮小フィルタ装置

【図3】

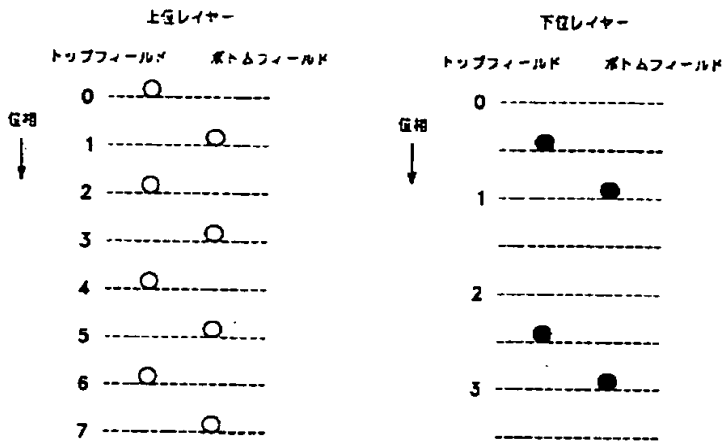


【図5】

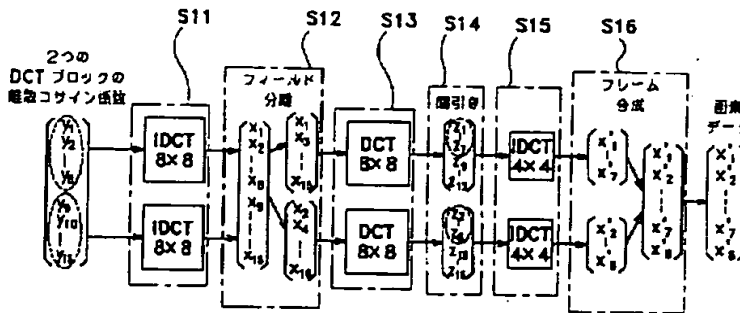




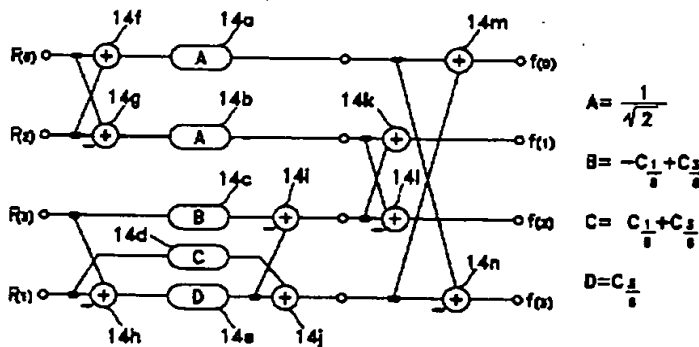
【図2】



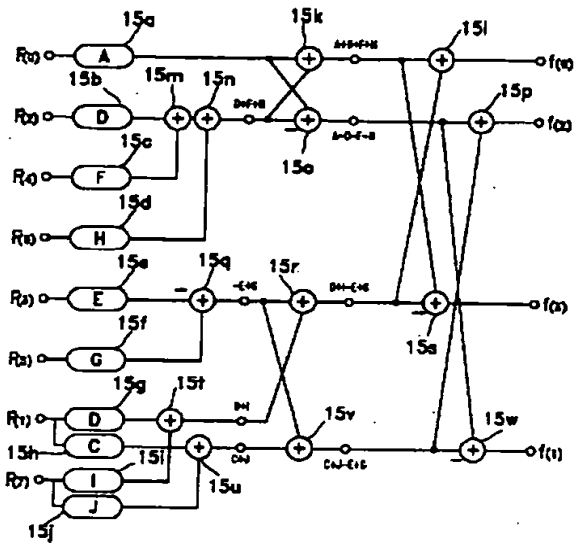
【図4】



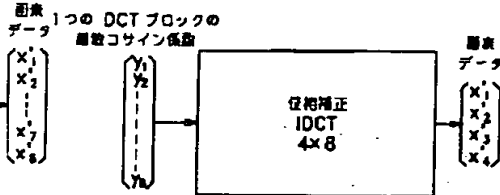
【図6】



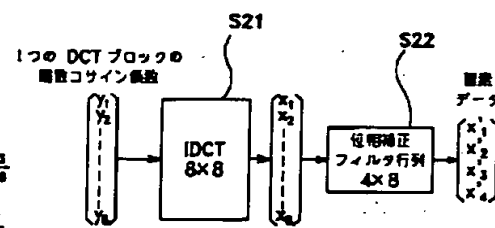
【図7】



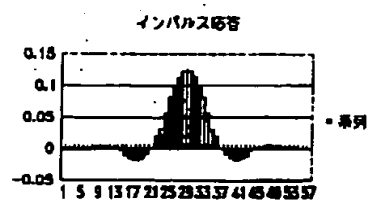
【図11】



【図10】

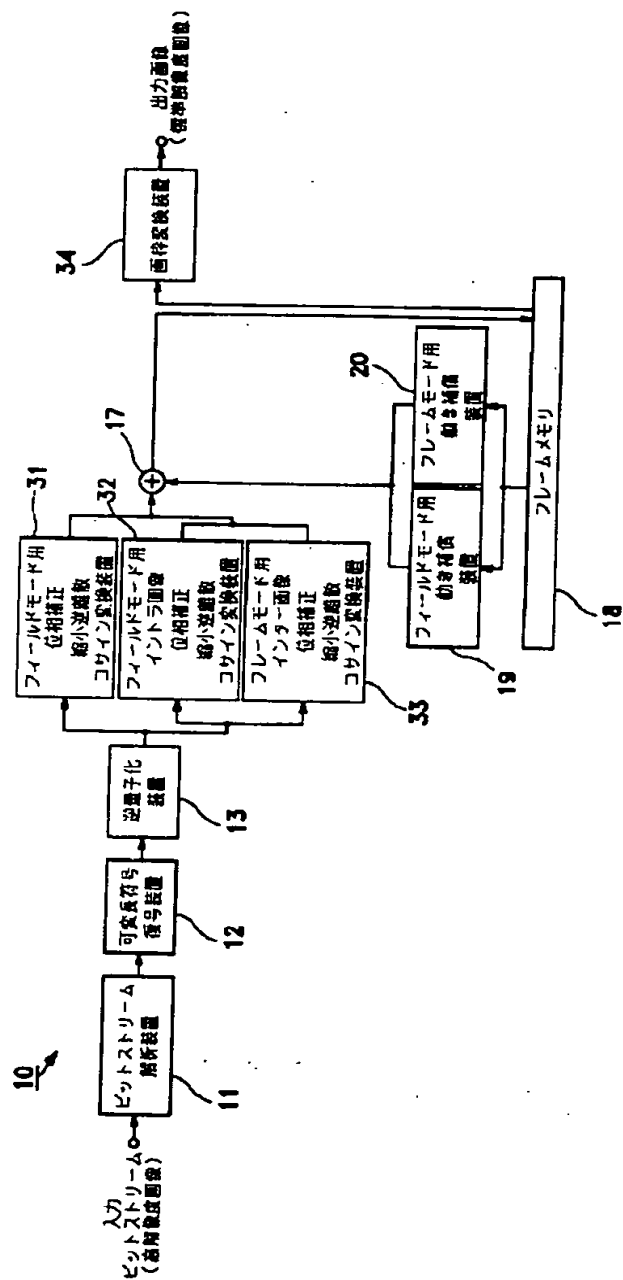


【図15】

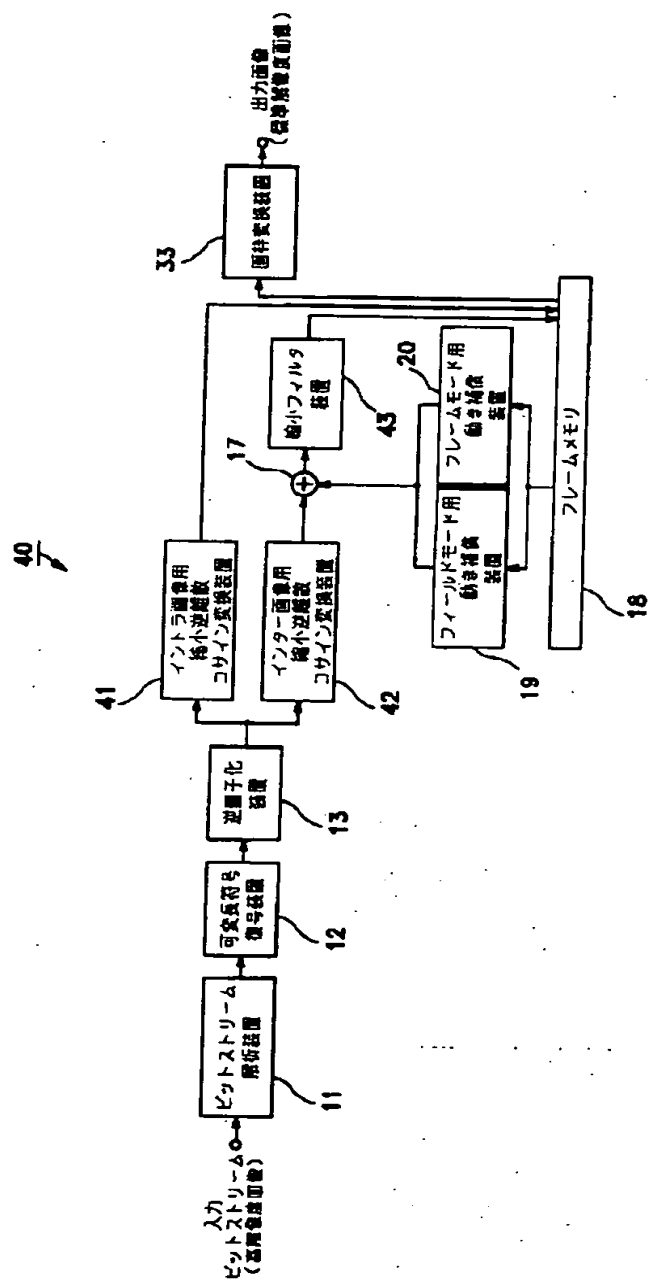




【図 8】

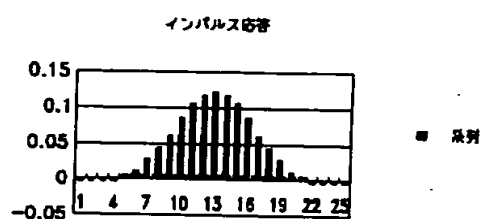


【図 27】

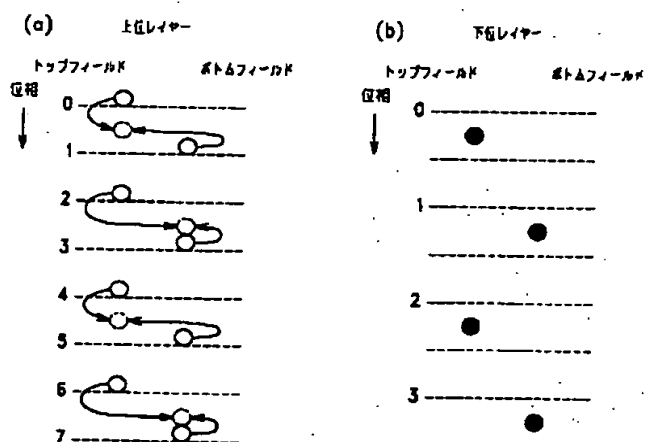




【圖 22】

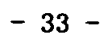


【图 25】

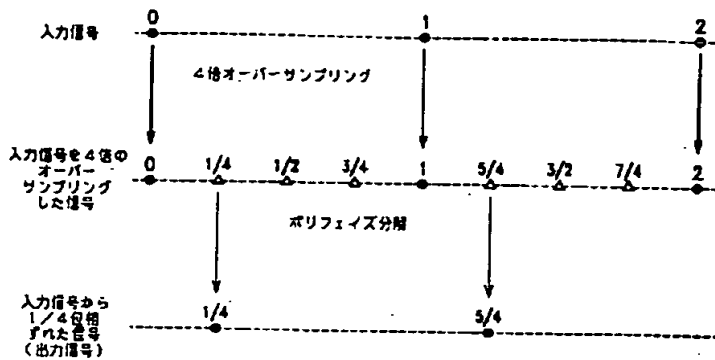


【圖 16】

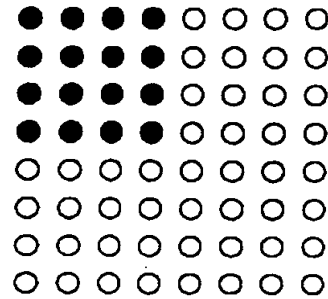
【图 26】.



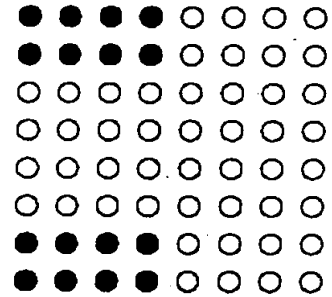
【図17】



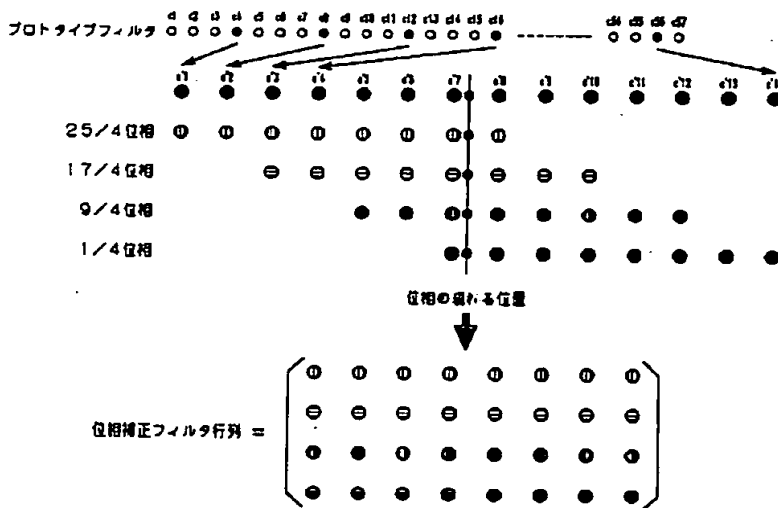
【図34】



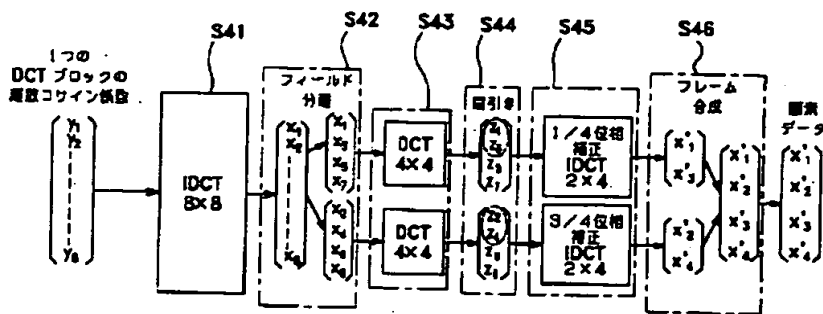
【図35】



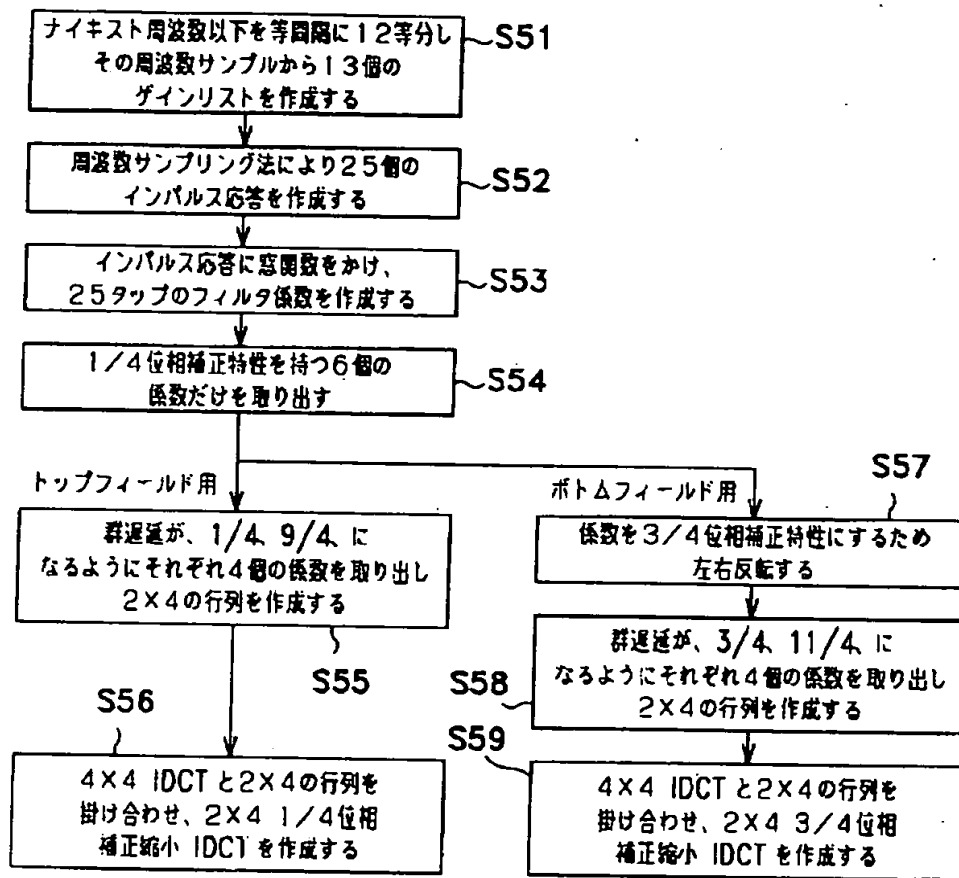
【図18】



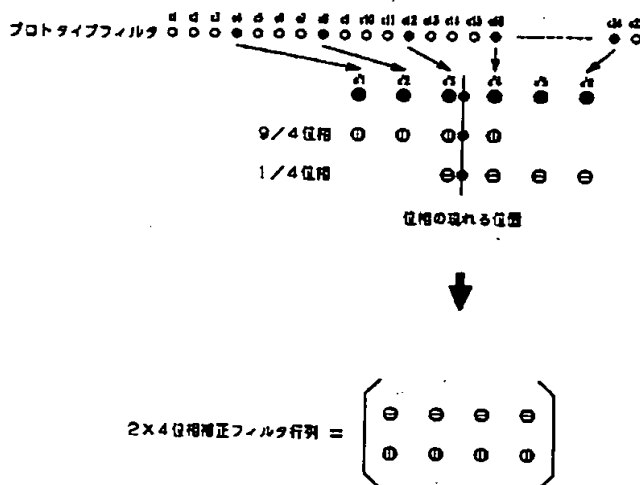
【図19】



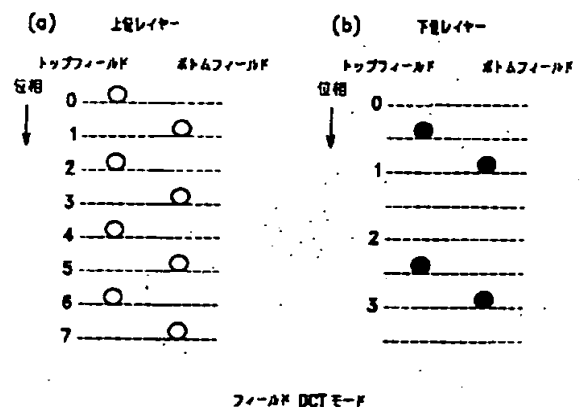
【図20】



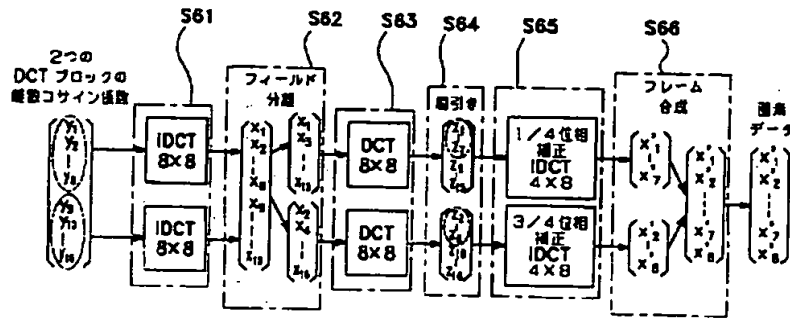
【図23】



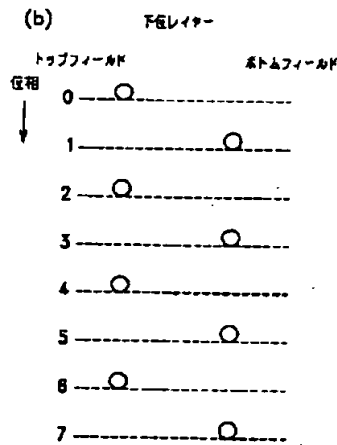
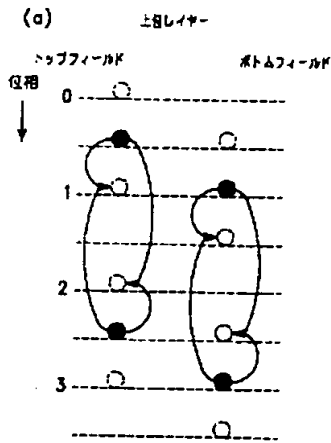
【図38】



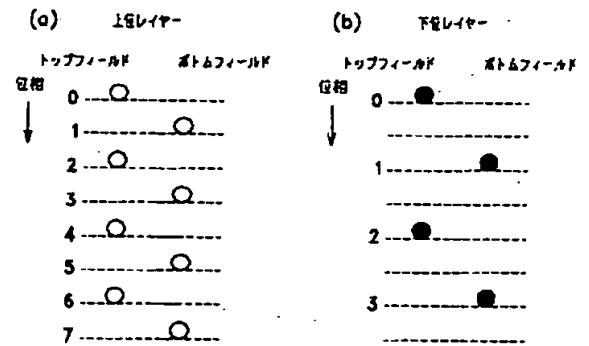
【図24】



【図28】

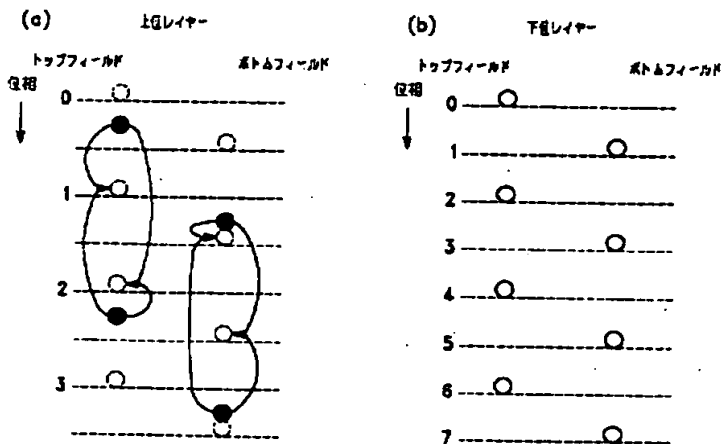


【図39】

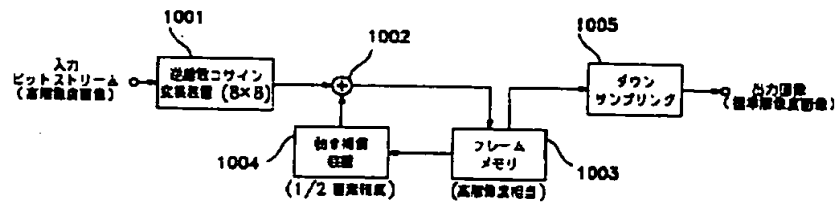


フレーム DCT モード

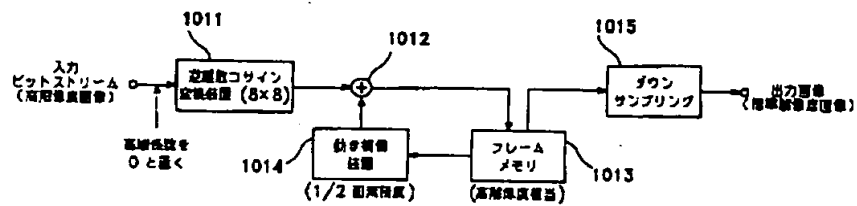
【図29】



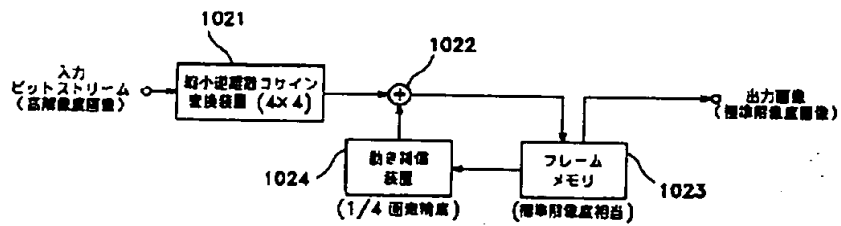
【図 30】



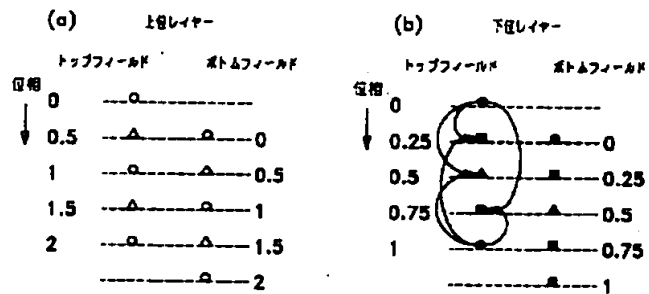
【図 31】



【図 32】

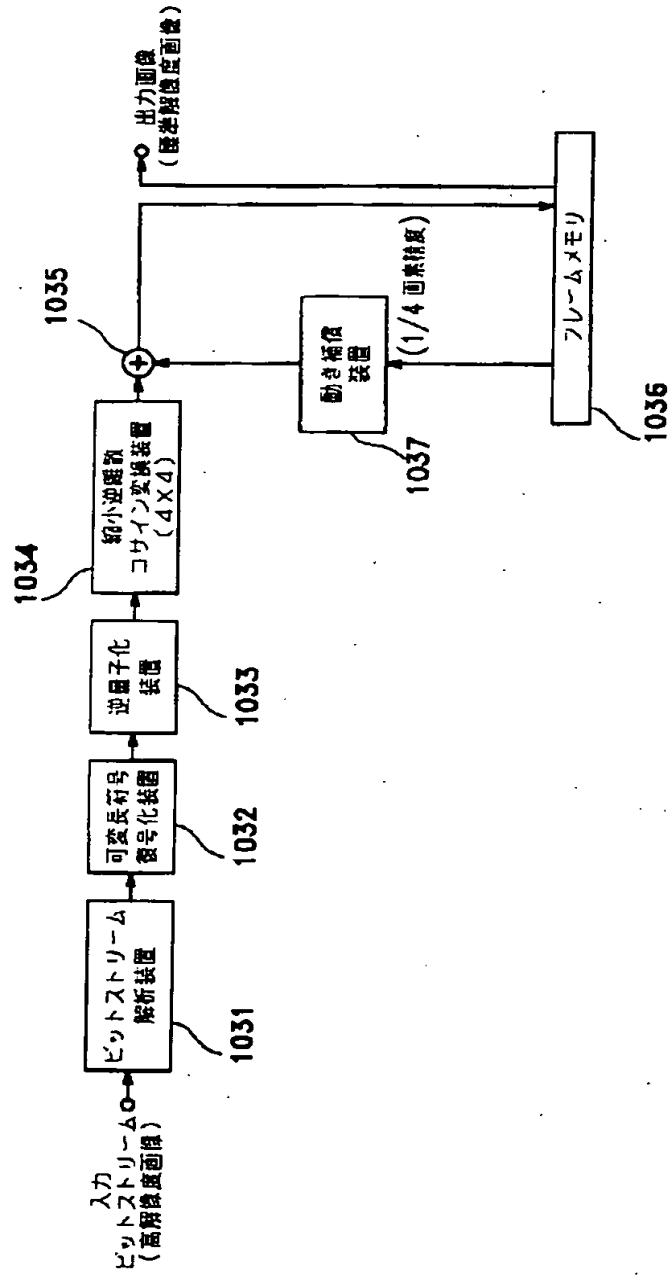


【図 36】



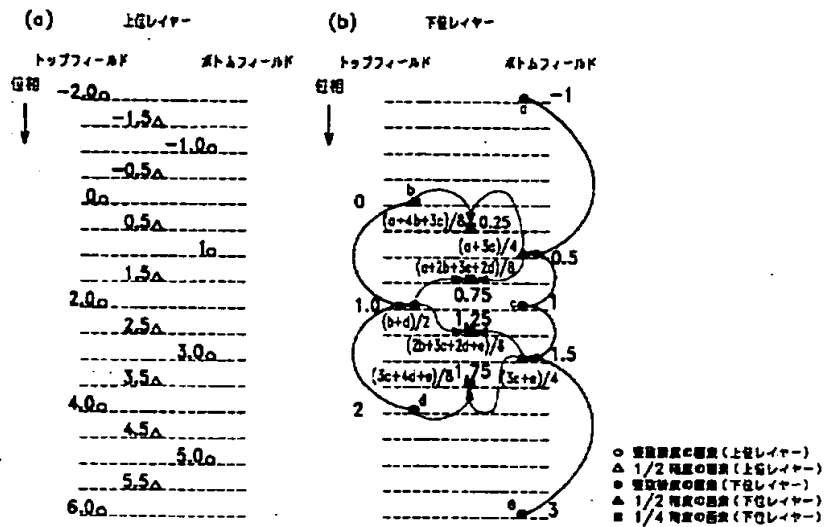
- 整数精度の画素 (上位レイヤー)
- △ 1/2 精度の画素 (上位レイヤー)
- 整数精度の画素 (下位レイヤー)
- ▲ 1/2 精度の画素 (下位レイヤー)
- 1/4 精度の画素 (下位レイヤー)

【図 33】





【図 37】



フロントページの続き

(72) 発明者 金子 哲夫  
 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
 ー株式会社内

(72) 発明者 三橋 聡  
 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
 ー株式会社内

(72) 発明者 柳原 尚史  
 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
 ー株式会社内

F ターム (参考) SC059 LB05 LB11 LC03 MA00 MA04  
 MA05 MA23 MC22 MC31 MC38  
 ME01 NN14 PP04 UA05 UA11  
 UA33 UA38